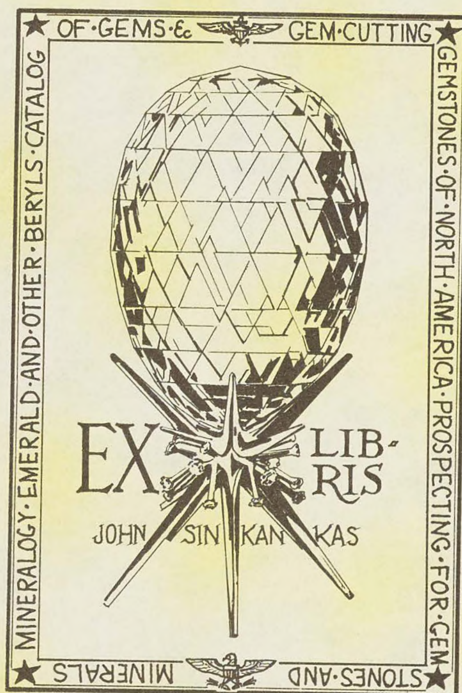
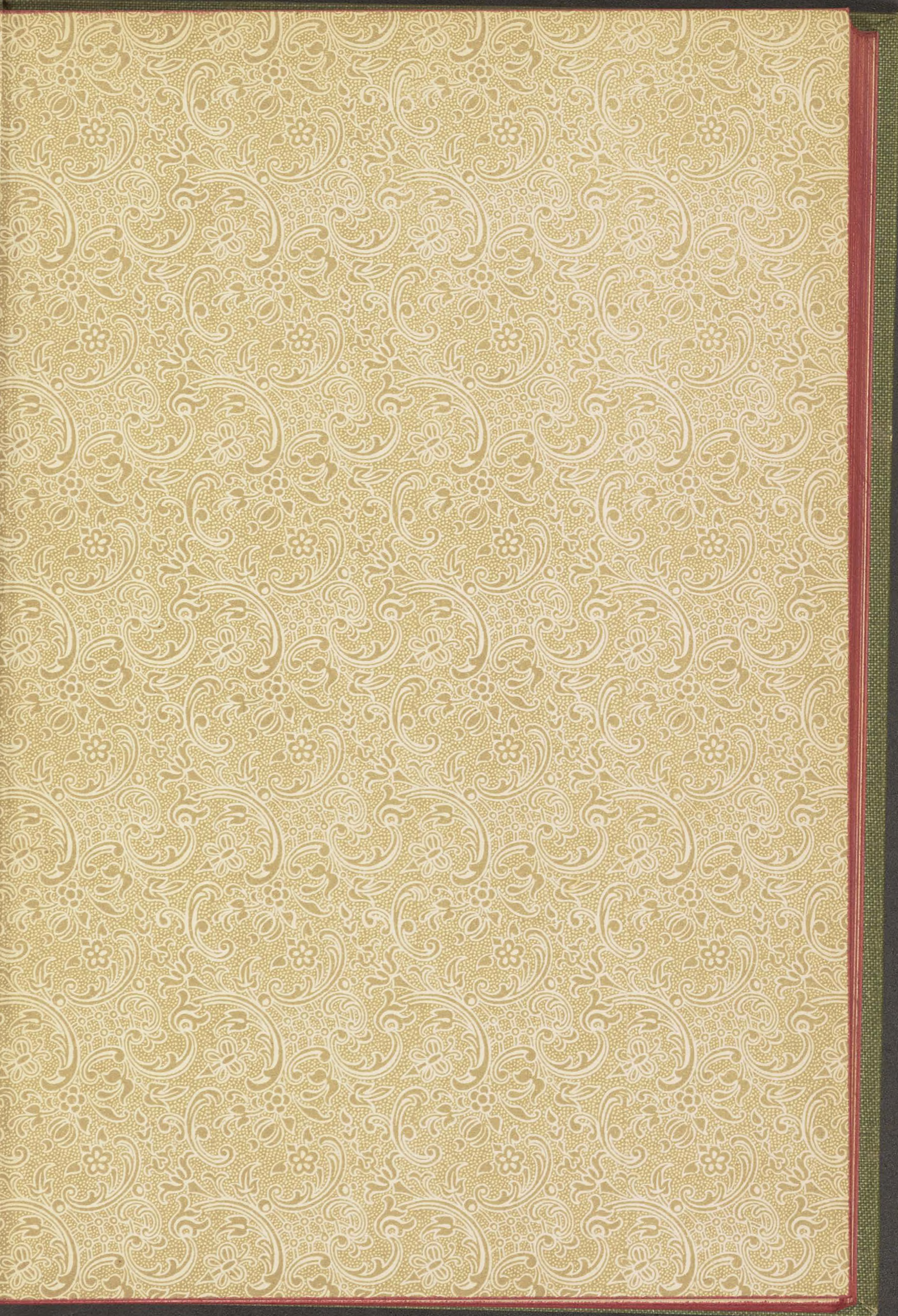
Dr. Th. Engel.

Die wichtigsten Gesteinsarten der Erde.

Verlag:
Otto Maier
Ravensburg


OF·GEMS·&c GEM·CUTTING
GEMSTONES·OF·NORTH·AMERICA·PROSPECTING·FOR·GEM
STONES·AND
MINERALS
MINERALOGY·EMERALD·AND·OTHER·BERYLS·CATALOG
EX LIB-RIS
JOHN SIN KAN KAS



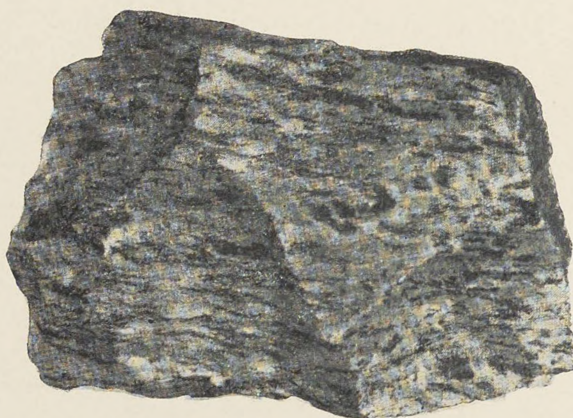
Die wichtigsten

Gesteinsarten der Erde.

Tafel I.



Granit vom Schwarzwald
(Herrenalb).



Gneis aus den Zillerthalalpen
(Furtschagelhütte).

Dr. Lehner

Die wichtigsten

Gesteinsarten der Erde

nebst vorausgeschickter

Einführung in die Geologie.

Für Freunde der Natur

leichtfaßlich zusammengestellt

von

Dr. Theodor Engel,

Pfarrer in Eislingen.

Zweite verbesserte und vermehrte Auflage.

Ravensburg.

Verlag von Otto Maier.

Kgl. Hofbuchdruckerei Carl Liebich, Stuttgart.

Vorwort zur ersten Auflage.

Eine populäre Petrographie zu schreiben ist schwerer, als sich wohl mancher vorstellt. Ich bin deshalb auch weniger aus eigenem Trieb als vielmehr auf den dringenden Wunsch des Herrn Verlegers hin, und ehrlich gestanden mit einigem Zagen an die Ausarbeitung dieses Büchleins gegangen, das in leichtverständlicher Sprache einen Überblick geben soll über das Wichtigste aus dem Gebiet der Gesteinskunde. Dennoch habe ich mich zu der Arbeit hergegebenmit Rücksicht auf und im Gedanken an die Tausende, die sich gern einige Kenntnis verschaffen möchten über den Boden, auf welchem sie wandeln, die aber weder die Zeit noch das Zeug haben, sich in tiefere petrographische Studien einzulassen. Die eigentlich wissenschaftlichen Fachwerke, welche die Gesteinskunde behandeln, sind in der That auch meist in einer Form und Sprache abgefaßt, daß man es den „Laien" kaum verdenken kann, wenn sie vor solcher Gelehrsamkeit das Kreuz machen; ist ja doch heutzutag z. B. die Untersuchung eines Gesteins ohne Mikroskop und Dünnschliff für den Mann der Wissenschaft gar nicht mehr möglich. Wer sollte es aber etwa einem Touristen zumuten, mit solchem Apparat sich bei seinen jährlichen Reisen in die Sommerfrische des Hochgebirges zu beschweren? Und doch möchte ohne Zweifel derselbe, wenn er anders unter die Gebildeten zählt, einigermaßen bei dieser Gelegenheit sich vertraut machen mit den Gesteinsarten, aus denen die betreffenden Berge zusammengesetzt, möchte wissen, wie und in welcher Zeit sie entstanden, und warum sie gerade in der Weise und Reihenfolge gebildet sind, in welcher wir sie jetzt vor uns sehen.

Auf solche und ähnliche Fragen Auskunft zu geben, das ist der Zweck des gegenwärtigen Werkchens; zugleich aber möchte es

den betreffenden Fragern zum Sporn dienen, sich künftig noch eingehender mit Geologie und Geognosie zu beschäftigen und sich in anderen und besseren Werken Rats zu erholen, wenn sie einmal gelernt haben, starke Speise zu vertragen. Mein Buch sieht von letzterer ab; geflissentlich und fast ängstlich habe ich mich bemüht, allen gelehrten Ballast wegzulassen, Fremdwörter möglichst zu vermeiden, und wo dieselben, weil in die wissenschaftliche Sprache völlig eingebürgert, nicht zu umgehen waren, wenigstens jeweils die Erklärung beizufügen (z. B. bei „Neptunismus" und „Vulkanismus", bei den Namen der Versteinerungen 2c.).

Daneben sollte aber doch eine gewisse Vollständigkeit erreicht und die Sache so behandelt werden, daß der Einsichtige beim Lesen dieses Buchs ein gewisses Gefühl der Sicherheit bekommt, sofern er merkt, daß er sich auf die Angaben desselben verlassen kann, und daß sie dem Stand unseres gegenwärtigen Wissens über diese Dinge entsprechen. Daß nur die wichtigsten unter unseren Gesteinsarten herausgehoben und alle zu den „diis minorum gentium" gehörige weggelassen wurden, wird mir kein Sachverständiger verübeln. Wenn ich aber dabei die praktische Verwendung mancher Gesteinsarten (z. B. Eisen und Kohle) etwas ausführlicher behandelt habe, so ist dies gleichfalls geschehen mit Rücksicht auf diejenigen, die ich mir in erster Linie als Leser meines Werkchens denke.

Eine besonders schwierige Sache war die Auswahl derjenigen Stücke, die zur Abbildung kommen sollten. Ich hoffe, nach dem Grundsatz „non multa, sed multum" auch hier das Richtige getroffen zu haben, und kann nur beifügen, daß Zeichner und Verleger das Möglichste thaten, um naturgetreue Bilder zu geben, was, wie der Fachmann am besten weiß, gerade bei der Darstellung von Mineralien und Gesteinsstücken außerordentlich schwer ist. An der Hand der gegebenen Abbildungen sollte übrigens, meines Erachtens, doch auch der Nichtfachmann über die wichtigsten, häufigsten und bekanntesten Gesteinsarten ins reine kommen und einen Granit z. B. von einem Gneis, Porphyr oder Glimmerschiefer sofort zu unterscheiden vermögen. Was die in den Text gedruckten Holzschnitte betrifft, so dürften auch sie ihren Zweck erfüllen und immerhin ausreichen, um dem Leser den Inhalt des Gelesenen rascher zum Verständnis zu bringen.

So gebe ich denn meinem Büchlein den alten deutschen Bergmannsgruß mit auf den Weg, ein frisches, fröhliches

„Glückauf!“

Eislingen, Sommer 1896.

Der Verfasser.



Vorwort zur zweiten Auflage.

Jeder Bücherschreiber wird es als Genugthuung empfinden, wenn seine Werke über die erste Auflage hinauskommen, sieht er doch daraus, daß er Fleiß und Schweiß, „oleum et operam“, nicht vergebens aufgewendet hat.

So wurde auch ich angenehm überrascht von der Mitteilung meines Herrn Verlegers, daß die erste Auflage der „Gesteinsarten“ innerhalb 4 Jahren vergriffen sei. Und doch machte mir die Herstellung einer zweiten, die gewünscht wurde, nicht wenig Sorgen, da ich mir sagen mußte, daß es sich dabei in mancher Hinsicht um eine fast neue Arbeit handeln werde. Aber mit um so größerem Eifer ging ich an die Sache, als mir liebe Freunde in dankenswerter Weise ihre Mithilfe zusagten.

Ich nenne hier in erster Linie Herrn Dr. Ludwig Finkh, der, vor kurzem an die geologische Landesanstalt nach Berlin berufen, seit Jahren fast ausschließlich mit petrographischen Studien beschäftigt, in selbstlosester Aufopferung sich um das Büchlein bemüht und mit seinem Wissen und Können wesentlich dazu beigetragen hat, daß dasselbe jetzt gerade bezüglich dieser Fragen, wie ich nun glaube sagen zu dürfen, auf den neuesten Stand der Wissenschaft gebracht ist.

Nicht minder freundlich hat mich Herr Dr. Richard Mauch in Göppingen bei Umarbeitung der chemischen und kristallographischen Abschnitte unterstützt und ebenso liebenswürdig ist mir Herr Prof.

Dr. Eberh. Fraas am K. Naturalienkabinett in Stuttgart durch Überlassung von Originalbildern entgegengekommen.

Ich erachte es deshalb als eine angenehme Pflicht, den genannten Herren meinen wärmsten Dank auf diesem Wege auszusprechen.

Wer die beiden Auflagen der „Gesteinsarten" prüfend vergleicht, wird unschwer finden, wie vieles der ersten gegenüber verändert, vermehrt, verbessert, richtig gestellt und auf den neuesten Stand gebracht worden ist. So hoffe ich denn auch, mit dem neuen Büchlein wirklich das bieten zu können und geboten zu haben, was man billigerweise von einer populären Petrographie erwartet, und was ich meinesteils mir als Zweck und Absicht schon bei seinem ersten Erscheinen vorgesetzt hatte.

Möge es auch in diesem neuen Gewande, mit dem ich es nun in die Welt sende, gute Freunde, nachsichtige Kritiker und wohlwollende Leser finden!

Eislingen, April 1901.

Der Verfasser.

Inhaltsübersicht.

Erste Hälfte:

Grundlegender Teil,

d. h. übersichtliche Darstellung der für das Verständnis der Gesteinskunde überhaupt notwendigen Voraussetzungen.

Zweite Hälfte:

Beschreibender Teil,

I.

Grundlegender Teil,

d. h. übersichtliche Darstellung der für das Verständnis der Gesteinskunde überhaupt notwendigen Voraussetzungen.

Kapitel I.

Grundgedanken über Bildung und Zusammensetzung der Erdoberfläche und ihrer Gesteine.

Wer „die wichtigsten Gesteinsarten der Erde“ kennen lernen will, ohne dabei zu tief in wissenschaftliche Detailstudien sich einzulassen, der muß sich vor allem über eine Anzahl von Grundthatsachen völlig klar sein, ohne deren Kenntnis und Verständnis er auf dem Gebiet der Gesteinskunde nicht auskommen kann. Will er imstand sein, über den Boden, den er bewandelt, nach seiner Entstehung und Zusammensetzung Auskunft zu geben, so muß er schlechterdings z. B. ein Stück Quarz von einem Stück Kalkspat oder Gips, er muß Granit von Buntsandstein oder eine eruptive von einer sedimentären Felsart sofort zu unterscheiden wissen. Um zu solcher Kenntnis zu gelangen, dazu eben sollen die Belehrungen dienen, die wir in diesem Büchlein aus dem weiten Gebiet der Petrographie hiemit zu geben gedenken.

Es ist hier in erster Linie nötig und zwar unumgänglich nötig, daß man sich wenigstens die Elemente derjenigen Fachwissenschaften zu eigen macht, die jenem Zweig der Naturkunde zu Grund liegen oder mit ihm in Beziehung treten, also die Elemente z. B. der Geologie und Paläontologie, der Mineralogie und Kristallographie, der Chemie und Physik. Wer keinen Begriff hat von dem, was ein Kristall ist und wie er entsteht, keine Vorstellung von dem, was man ein (chemisches) Element, ein Metall oder Metalloid heißt, wem jegliche Kenntnis abgeht über die Gesetze,

unter denen sich organische und anorganische Körper bilden, über die Entwicklungsstufen, die unsere Erde im Wechsel der Zeiten durchlaufen hat u. dgl.: der wird auch niemals ein Verständnis bekommen für das Dasein und Sosein der Erdgebilde, wie sie ihm jetzt vor Augen treten. Denn sie alle stellen ja nur etwas Gewordenes dar, das Resultat unendlich langer und unendlich mannigfaltiger Umwandlungsprozesse, bei denen alle möglichen chemischen und physikalischen Kräfte lösend und bindend, zerstörend und wiederaufbauend, mitgewirkt haben.

Um nun sofort die Grenzen unseres Erkenntnisgebiets abzustecken, müssen wir zuerst daran erinnern, daß es sich bei der Frage nach den Gesteinen, aus denen unsere Erde besteht, nur handeln kann um diejenigen Gesteinsarten, die ihre Oberfläche, richtiger vielleicht ausgedrückt, ihre Kruste zusammensetzen, und zwar eine verhältnismäßig recht dünne Kruste. Tiefer hinein in den Weltkörper, den wir bewohnen, ist ja noch kein Mensch gedrungen, hat auch noch keiner geschaut. Der tiefste bekannte Schacht, den Bergleute gegenwärtig befahren (in der Calumet and Hecla-Mine auf Kiersee Point am Oberen See, Nordamerika) geht auf 1390 m hinab (Přibram in Böhmen auf 1000 m). Die tiefste gemessene Meerestiefe beträgt noch nicht ganz 9,5 km (genau 9427 m, im Süden des stillen Ozeans 1895 vom englischen Schiff Pinquine gelotet), also etwa 600 m mehr als die höchsten Höhen unserer Gebirge aufweisen (Mount Everest und Gaurisankar im Himalajagebiet 8839 und 8820 m). Das tiefste Bohrloch, das bis jetzt hinabgetrieben ward (Paruschowitz in Oberschlesien), erreichte nur etwas über 2000 m. Hält man diese Zahlen zusammen mit den Zahlen über Umfang, Inhalt und Größe des Erdballs selbst, so bekommt man erst einen Begriff davon, wie wenig uns eigentlich von unserem Wohnplatz bekannt ist. Die Erde hat am Äquator (wo sie am dicksten ist wegen der Rotation und Abplattung der Pole) einen Durchmesser von 1719, also einen Halbmesser von 859,5 Meilen; das sind genau 6,378,191 km; somit beträgt die größte Tiefe unserer Bohrlöcher erst den 4546sten Teil des Erdhalbmessers, oder kommt etwa einem Nadelstich gleich, mit dem wir den Papierüberzug eines Globus von 1,1 m Durchmesser anbohren. Um auf derselben Kugel die Höhe unserer höchsten Gebirge

reliefartig anzudeuten, dürfte der Himalaja mit ca. 8000 m nicht einmal 1 mm groß dargestellt werden. Oder, um ein anderes Beispiel zu gebrauchen: die Unebenheiten unserer heutigen Erdoberfläche sind kleiner als die Unebenheiten auf der Oberfläche eines Eies, die ich bekanntlich erst fühle, wenn ich mit dem Finger über seine Schale streiche. Solche Thatsachen zeigen uns, wie verschwindend klein in Wirklichkeit die Höhen unserer Alpen und die Tiefen unserer Ozeane sind und wie also gar nichts im Wege steht, diese Unebenheiten, die uns Liliputen so riesig erscheinen, als Runzeln oder Falten der sich zusammenziehenden Erdkruste zu betrachten; man darf sie kecklich sogar als unbedeutende Falten, als „Rünzelchen" bezeichnen. Aber auch das Weitere wird uns bei solcher Betrachtung klar, daß wir nämlich, wie schon angedeutet, nur über die Oberfläche unserer Erde, nur über die Gesteinszusammensetzung ihrer Rinde und zwar erst noch einer verhältnismäßig sehr dünnen Rinde etwas wissen. Das Erdinnere ist uns vollständig verborgen und wird's wohl auch bleiben. Wie es dort drinnen aussieht und aus was für Gesteinen oder Massen der Kern unseres Planeten gebildet ist, darüber läßt sich auf dem heutigen Standpunkt unserer Erkenntnis gar nichts Bestimmtes sagen. Begreiflicherweise haben sich die Gelehrten auch mit derartigen Fragen schon viel beschäftigt, und es wird noch heute groß darüber gestritten, ob das Erdinnere feurig-flüssig, wenigstens latent flüssig, d. h. unter gewissen Umständen in Fluß kommend, oder ob alles schon bis zum Zentrum erstarrt, ob diese Erstarrung von innen nach außen oder von außen nach innen vor sich gegangen sei, ob der Erdkern, wie das spezifische Gewicht der Erde zu erfordern scheint, aus schwereren Stoffen bestehe als ihre Kruste, und aus welchen (etwa Eisen oder sonst einem Metall) u. dgl. Für uns und unsere vorliegende Arbeit sind alle derartigen „Probleme" völlig gegenstandslos, eben weil es „Probleme", d. h. ungelöste und vorderhand auch unlösbare Fragen sind, mit denen wir hier nichts zu thun haben. So werden wir auch künftig, wo immer ähnliche Streitfragen an uns herankommen — und das wird dutzendmal der Fall sein —, dieselben zwar andeuten, aber in keiner Weise uns auf nähere Erörterungen derselben einlassen. Haben wir ja doch nur den rein praktischen Zweck im Auge, den Leser mit den Gesteinsarten

bekannt zu machen, die jetzt unsere Erdoberfläche zusammensetzen, und zwar nur mit „den wichtigsten" derselben.

Damit haben wir uns wiederum eine Schranke, und zwar eine sehr nötige und berechtigte Schranke gesteckt. Denn was hätte es für den Laien für einen Wert, sich die hundert und aber hundert Namen von Mineralien einzuprägen, von denen er die meisten wahrscheinlich nie in seinem Leben zu sehen bekommt? Es ist nämlich eine wohl zu beachtende und in gewisser Hinsicht höchst angenehme Thatsache, daß die Hauptmasse unserer Gesteine aus verhältnismäßig wenigen Mineralien sich zusammensetzt. Wenn man heutzutag etwa 1000 Gesteinsarten zählt, die in unsern Sammlungen aufgestellt und beschrieben sind, so kommt der gewöhnliche Mann mit circa dem fünfzigsten Teil davon aus, d. h. wenn sich jemand 30—40 der wichtigsten und häufigsten Gesteinsarten merkt, allerdings nicht bloß deren Namen im Gedächtnis hat, sondern sich vollkommen klar geworden ist über Zusammensetzung und Wesen derselben, so daß er sofort weiß, was Granit, was Dolomit, was Glimmerschiefer u. dgl. ist: der wird sich bald nicht bloß in seiner Umgebung, sondern überall, in welche Länder ihn auch sein Weg führen mag, im allgemeinen auskennen über den Boden, auf dem er wandelt. Sind doch die meisten der in unsern Sammlungen aufbewahrten Mineralien solch seltene Vögel, daß man sie mit Blumen vergleichen könnte, die auf einer großen Grasfläche, oder mit Edelsteinen, die in einer mächtigen Gebirgsmasse, aber eben nur sehr vereinzelt, eingestreut liegen.

Auch unter den Elementen, d. h. den letzten Grundstoffen, welche die Chemie kennt und nicht weiter mehr auflösen kann, sind weitaus die meisten gar seltene Dinge; die Hauptmasse aller auf Erden befindlichen Körper setzt sich nur aus etlichen wenigen zusammen, die man aber eben deshalb gründlich kennen und sich einprägen muß. Wer zu viel will, der bekommt in der Regel nichts; wer meint, das naturkundliche Wissen bestehe in einer Unmasse von Namen, die er sich eintrichtert, der ist auf falscher Fährte; er sieht, wie das Sprichwort sagt, meist „den Wald vor lauter Bäumen nicht."

Endlich machen wir darauf aufmerksam, daß unsere Kenntnis

über die Gesteinsarten, aus denen die Erde besteht, doch auch wieder nicht so gering ist, obwohl wir, wie gesagt, ja nur die äußerste Rinde untersuchen können. Ganz richtig, Gesteine aus einer Tiefe von mehr als ein paar tausend Meter bekommen wir durch eigene Arbeit nicht in die Hände; denn wir können dort unten nicht klopfen. Dagegen hat die gütige Natur selbst dafür gesorgt, daß wir sie wenigstens zu Gesicht bekommen. Denn durch die im Lauf der Erdgeschichte vor sich gegangenen Revolutionen, durch die verschiedenen Faltungen und Einbrüche, Senkungen und Hebungen, denen unsere Erdkruste von jeher unterworfen war und heute noch ist, wurde an tausend Orten das unterste zu oberst gekehrt, so daß wir jetzt auf der höchsten Alpenspitze Gesteine finden können, die einst in der tiefsten Meerestiefe sich abgelagert hatten, oder daß uns das allerälteste Gesteinsmaterial oft hart neben solchem begegnet, das sich noch fortwährend vor unsern Augen bildet.

Dazu erinnern wir an die Vulkane, deren Thätigkeit gleich mit der ersten Erstarrung der Erdrinde beginnt, während der ganzen langen Geschichte der Erde fortgeht und bekanntlich noch heute auf der gesamten Oberfläche unseres Planeten zu beobachten ist. Das Material, das diese Feuerberge aus ungemessenen, jedenfalls bis jetzt uns völlig verborgenen Tiefen des Erdinnern zu Tag fördern, macht uns wiederum mit einer Reihe von Gesteinen bekannt, die dem Menschen, der nur die Oberfläche kennt und bewohnt, anderweitig niemals wären zugänglich geworden. Somit werden wir thatsächlich so ziemlich auf das Laufende gebracht über die verschiedenen Gesteinsarten, aus denen unsere Erdkruste, ja wohl die Hauptmasse des ganzen Erdkörpers sich zusammensetzt. Es ist kaum anzunehmen, daß große Massen im Erdinnern aus anderen Stoffen bestehen, als solchen, die uns auf der Erdrinde begegnen, wie ja auch die Spektralanalyse gezeigt hat, daß die elementaren Stoffe, aus denen die Weltkörper, jedenfalls diejenigen unseres Sonnensystems bestehen, fast überall die gleichen sind.

Dies führt uns auf einen weiteren und ähnlichen Gedanken, den wir bitten müssen, als Grundgedanken gleich von Anfang an fest und stät im Auge zu halten, den Gedanken nämlich, daß, wie im ganzen Weltall mehr oder weniger dieselben Stoffe vorhanden sind, so auch dieselben Kräfte und Gesetze

darin walten und zu allen Zeiten gewaltet haben. Es erscheint uns durchaus widersinnig, zu denken, daß etwa zur Steinkohlenzeit ganz andere Faktoren auf Erden geherrscht haben sollen als heutigen Tags. Es mögen ja wohl damals andere Verhältnisse und Gestaltungen auf unserem Planeten bestanden haben, als dies jetzt der Fall ist, z. B. hinsichtlich der Temperatur, der Feuchtigkeitsmenge, der Wasserbedeckung u. dgl.: die Gesetze selbst aber, nach denen die betreffenden Vorgänge sich vollziehen, waren damals sicher schon ganz dieselben wie heute; denn Naturgesetze sind keinem Wechsel unterworfen.

Mag man sich also die Veränderungen noch so gewaltig vorstellen, die im Lauf der Zeiten auf Erden vor sich gegangen, mag man sich diese Zeiträume selbst noch so lang denken — menschlich gesprochen dürfen wir hier sogar ohne Anstand ein „unendlich“ davorsetzen —: zu allen Zeiten ist doch das Wasser den Berg hinab geflossen oder hat sich dasselbe bei einem bestimmten Hitzgrad in Dampf verwandelt, kurz zu allen Zeiten haben die nämlichen Gesetze geherrscht, und dies wird auch in alle Zukunft so bleiben.

Mit Beziehung auf diese Thatsachen stellen wir dann einen weiteren und zwar sehr praktischen Grundsatz auf, wir erinnern daran, daß alle Naturforschung von der Beobachtung des gegenwärtig Gegebenen ausgehen, d. h. daß man, wenn irgend etwas erreicht und gefunden werden soll, die Dinge und Vorgänge genau so untersuchen muß, wie wir sie noch heute vor unsern Augen sich abspielen sehen.

Wenden wir das auf unsern Gegenstand, auf das Kennenlernen der wichtigsten Gesteinsarten unserer Erdoberfläche an, so heißt es nichts anderes als: thue deine Augen auf und beobachte genau, was du überall und tagtäglich in dieser Hinsicht siehst und sehen kannst in deiner nächsten Umgebung. Dann besinne und frage dich: warum ist das so? oder wie und wodurch ist es so geworden? u. dgl.

Da tritt nun zunächst ein Doppeltes vor dein Auge und deinen Geist. Zum ersten zeigt dir jeder Schritt, den du thust auf dem Boden, darauf dich Gott gesetzt hat, daß das Gesteinsmaterial, aus dem die Erde, oder, richtiger ausgedrückt, die Erdkruste besteht, aus

den allerverschiedenartigsten Stoffen zusammengesetzt ist. Du unterscheidest ohne weiteres harte und weiche, kristallinische und kristallisierte, glatte und rauhe, durchsichtige und undurchsichtige, leichte und schwere Körper, du unterscheidest mit einem Wort die tausendfältigen Gebilde im Steinreich nach Form und Farbe, nach Härte und Schwere, nach Aussehen und Zusammensetzung, und Dutzenden anderer Eigenschaften. Und daraus ziehst du den gewiß richtigen Schluß, daß die Stoffe, aus welchen sich diese Körper gebildet haben, von Haus aus verschieden ge-

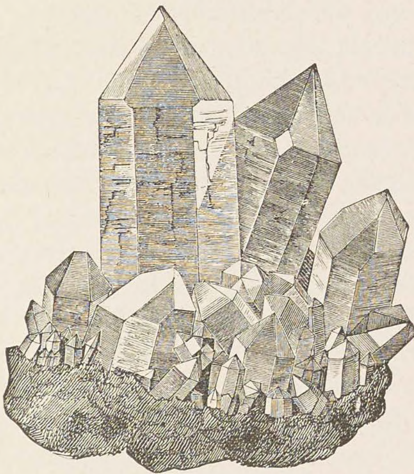


Fig. 1. Gruppe von Bergkristall (Quarz).

wesen und noch sein müssen, d. h. du kommst auf das, was die Chemie unter ihren „Elementen" versteht. Das ist das eine.

Das andere aber, was dir die tagtägliche Beobachtung der Natur, was dir der nächste beste Gang in deine Umgebung vors Auge führt, dies andere besteht darin, daß du bald inne wirst, wie auch das tote Gesteinsmaterial einer fortwährenden Veränderung unterworfen ist. Da sind es bald mechanische Kräfte, welche solch einen Stein umformen, entweder ihn zu Staub zermalmen, oder mittelst des Wassers fortführen, abrollen und glattschleifen, oder es sind chemische Vorgänge, die an ihm arbeiten, Säuren, die zersetzend und auflösend, Verbindungen, die bauend

und schaffend auf ihn einwirken. Dann kommt die Welt des Lebendigen, es kommen Pflanzen und Tiere, es kommen sogar die Menschen, die seine Stoffe für ihre Zwecke verwerten u. dgl. Kurz, es ist auch im Reich der Gesteine eine ewige Bewegung, Veränderung und Umwandlung zu konstatieren, so daß man sagen muß, wie seltsam es klingen mag: Auch in dieser Welt des Starren und Toten ist Bewegung die Regel, ruhiges Verharren dagegen die Ausnahme. Ein paar Beispiele mögen dies darthun.

Der Ausbruch des Vesuv im Jahr 1872 förderte ca. 20 Mill. Kubikmeter Material aus dem Erdinnern hervor, die Quellen von Karlsbad bringen jährlich 4000 kbm feste Bestandteile zu Tag, Elbe und Moldau führen alle Jahre 250000 kbm Boden und Gestein aus Böhmen hinweg, die Flüßchen der schwäbischen Alb schaffen etwa 60000 kbm aus den Juragehängen zum Neckar, also überall Leben und Bewegung auch in der „toten" Natur. Wir erinnern bei dieser Gelegenheit an den Kreislauf des Wassers durchs Luftmeer zum Ozean zurück. Wir erinnern ferner an die Dünenbildung unserer Nordseeküsten, an die Lößanhäufung in China (durch den Wind), an den Kampf des Meeres mit dem Land an Flach- und Steilküsten (z. B. die Abbröckelung Helgolands), an die Abtragung der Gebirge durch fließende Wasser, an die Vertiefung und das stets nach rückwärts stattfindende Weiterfortschreiten der Thäler durch Erosion und hundert ähnliche Thatsachen, aus denen doch klar hervorgeht: alles ist in fortwährender Bewegung und Veränderung begriffen.

Und wie das von ganzen Massen, so gilt's auch von einzelnen Stücken. Jeder abgerollte Kieselstein, den ich einem Bachbett entnehme, jede Muschel, die ich am Seestrand auflese, jedes Goldklümpchen, das ich aus dem Schwemmland auswasche, jedes Körnchen, das ich aus einem Sandhaufen hole, ist ein thatsächlicher und augenfälliger Beweis hiefür; denn all diese Dinge sind nicht von Anfang an so gewesen, wie ich sie jetzt sehe, und haben nicht von Haus aus da gelegen, wo ich sie jetzt finde. Wie also die großen Weltkörper im Himmelsraum samt und sonders in ununterbrochenem Lauf ihre Bahnen durchwandeln, so ist auch auf Erden jedes Stückchen Stoff in beständiger Bewegung und ebendamit Verände-

rung begriffen. Auch die Steine werden geboren und sterben, nehmen ab und nehmen zu, je nach den Umständen, haben also auch ihre Geschichte, haben eine Entwicklung und ein Wachsen, wenn gleich natürlich ganz anderer Art als die organischen Gebilde.

Und doch, eine Analogie mit dem tierischen oder pflanzlichen Wachsen zeigt in gewissem Sinn auch das Mineralreich, wir meinen in der Bildung der Kristalle. Fragen wir uns: was ist ein Kristall und wie entsteht ein solcher? so weiß zwar fast jedes Kind darauf Antwort zu geben; eine klare Vorstellung von der Sache aber haben nur Wenige. Wir können vielleicht am kürzesten uns so ausdrücken: Kristalle sind Individuen (Einzelwesen) des Mineralreichs, welche durch ebene Flächen begrenzt werden, die sich unter bestimmten Winkeln schneiden, und die durch ihre physikalischen Eigenschaften eine gesetzmäßige Anordnung der sie zusammensetzenden kleinsten Teilchen erkennen lassen. Wie ich bei Betrachtung eines Fichtenwalds entweder den ganzen Wald oder aber jede einzelne Fichte ins Auge fassen kann, so erhalte ich ganz ähnliche Bilder, wenn ich irgend einen mineralischen Stoff, der gelöst oder geschmolzen in einem Gefäß sich vor mir befindet, aus diesem flüssigen in den festen Zustand übergehen lasse*). Die Substanz, die sich aus der (gesättigten) Lösung, der sogen. Mutterlauge, bei deren Verdunstung abscheidet, oder die bei Temperaturerniedrigung aus der geschmolzenen in die feste Form übergeht, thut dies stets so, daß sie dabei eine regelmäßige, vieleckige Gestalt annimmt, deren Kanten, Winkel und Ecken nach ganz bestimmten Gesetzen geordnet sind. Ein einzelner derartiger Körper ist dann eben das, was wir einen Kristall heißen, dasselbe, was eine einzelne Fichte im Fichtenwald darstellt, um bei obigem Bild stehen zu bleiben. Bei jedem derartigen Vorgang scheiden sich nämlich stets aus einer gelösten oder geschmolzenen Masse eine ganze Menge von Kristallen ab, wenn anders Raum dafür da ist. Fehlt es dagegen an diesem, oder ist derselbe beschränkt, so daß die

*) Daß es auch „flüssige Kristalle" geben könne, scheint ein Widerspruch in sich selbst zu sein. Neuerdings hat aber Prof. Lehmann in Freiburg i. Br. durch Experimente dargethan, daß kugelförmige Tropfen gewisser Substanzen, die man auf andern Flüssigkeiten schwimmen läßt, unter Umständen die Eigenschaften von Kristallkörpern zeigen.

anschießenden Kristalle genötigt sind, durch einander und in einander hineinzuwachsen, so entsteht das, was man als „kristallinisches“ Gefüge (Aggregat) bezeichnet. Die einzelnen Kristalle haben nicht Gelegenheit gehabt, sich vollkommen auszubilden; daß sie aber doch die Neigung dazu hatten, zeigen die glänzenden Spaltflächen, die überall beim Zerschlagen zutag treten. Manchmal wachsen diese Einzelkriställchen allerdings auch so fest durcheinander und sinkt ihre Größe zu so winzigen Dimensionen herab, daß man, wenigstens mit bloßem Auge, auch nicht einmal etwas kristallinisches mehr an der Masse erkennen kann, z. B. bei geschmolzenem Blei, das man erkalten läßt, und bei manchen vulkanischen Gesteinen.

Unter dem Mikroskop gesehen, zeigt übrigens auch eine solche Masse immer wieder das Wesen ihrer Entstehung. Mit einigen Kunstgriffen hat man es sogar stets in der Hand, wenigstens einen Teil derartiger Massen in gewissem Sinn zur Bildung von Kristallen zu zwingen. So z. B., wenn man eben von geschmolzenem Blei, nachdem ein Teil desselben erstarrt ist, die übrige, noch flüssige Masse wegschüttet, hat man das Vergnügen, die schönsten Bleikristalle an ersterer Partie aufschießen zu sehen. Ebenso wird bekanntlich die Bildung von Kristallen wesentlich befördert, wenn man in die Lösung (oder den Schmelzfluß) feste Körper, z. B. Holzstäbchen, Fäden u. dgl. eintaucht. Allgemein wendet man das in der Praxis bei Herstellung von Kandiszucker und Kupfervitriol an. Auf diese Weise bekommt man auch häufig vollkommen, d. h. nach allen Seiten ausgebildete („um und um kristallisierte“) Kristallkörper.

Wie kommt es nun und womit hängt es zusammen, daß überhaupt „Kristalle“, d. h. derartig regelmäßige Körperformen im Mineralreich sich bilden? Antwort: es ist ein Gesetz, wonach die kleinsten Teilchen (Atome und Moleküle) fast jedes irdischen Stoffs, wenn letzterer in gelöstem oder geschmolzenem Zustand sich befindet, bei ihrem Wiederzusammentritt (Trocknen oder Festwerden der Flüssigkeit), wenn anders Raum, Zeit und Gelegenheit hiezu vorhanden ist, sich so aneinander legen, daß ganz regelmäßige Gebilde dabei entstehen. Und zwar läßt jeder Stoff, sei's nun ein einfacher, ein Element (z. B. Gold, Blei, Schwefel ꝛc.), das aus „Atomen“, sei's ein zusammengesetzter (wie Eisenkies, Kochsalz ꝛc.), der aus

„Molekülen“ besteht, bei der Bildung von Kristallen seine kleinsten Teilchen stets in ganz bestimmter Weise nach einem ihm innewohnenden Gesetz sich zusammenfügen.

So bildet z. B. der kohlensaure Kalk, wenn er als Kalkspat (Calcit) kristallisiert, stets Rhomboëder oder Skalenoëder, nach dem hexagonal-rhomboëdrischen System. Er hat dagegen als Aragonit noch eine andere Kristallisationsform (ist „dimorph“, wovon später mehr) nach dem rhombischen System; Flußspat, Steinsalz und Bleiglanz kristallisieren regulär, ebenso Schwefelkies (Pyrit) und Granat. Die häufigste Kristallform der erstgenannten ist der Würfel, doch treten an Kristallen von Flußspath und Bleiglanz auch nicht selten Oktaëder- und Rhombendodekaëderflächen auf; dagegen sind diese Formen beim Steinsalz nur selten zu beobachten. Der Granat erscheint als Rhombendodekaëder (Zwölfflächner) und Achtundvierzigflächner, der Pyrit häufig als Pentagondodekaëder. Der Quarz kristallisiert wie der Kalkspat nach dem hexagonal-rhomboëdrischen System (in sechsseitigen Säulen, deren Ende durch eine scheinbar hexagonale Pyramide begrenzt wird. Dieselbe setzt sich aber aus zwei Rhomboëdern zusammen (vgl. unsere Fig. 1 auf S. 9). So vermag ein halbwegs Geübter meist schon nach der Kristallform das betreffende Mineral zu bestimmen. Wir können natürlich nicht weiter auf diese Sache eingehen und fügen nur noch bei, daß man je nach der Ausbildungsweise eines Minerals unterscheidet, ob dasselbe in deutlich begrenzten Kristallen oder in kristallinischen Massen auftritt. In letzterem Falle spricht man von derber Ausbildung, gleichgültig, ob das Gemenge grobkörnig, feinkörnig oder dicht ist. So findet sich der Gips sowohl in Kristallen, als auch in verschiedenartig aussehenden derben Massen, welche wir als spätigen, körnigen, dichten und faserigen Gips bezeichnen je nach der Größe und Art der Aneinanderlagerung der Einzelindividuen. Wir weisen ferner noch hin auf den Zucker, welcher als Kandis kristallisiert, als Hutzucker mit derbem Gefüge, aber kristalliner Form erscheint. Der mit etwas Wasser gekochte Zucker erstarrt glasartig als amorpher d. h. gestaltloser Körper, dessen kleinste Teilchen nicht gesetzmäßig angeordnet sind, sondern wirr durcheinander lagern.

Eine chemische Verbindung, welche in amorphem Zustande im

Mineralreich auftritt, wird als ein besonderes Mineral von dem entsprechenden kristallisierten Körper getrennt; so unterscheidet man von der kristallisierten Kieselsäure, dem Quarz, die wasserhaltige amorphe Kieselsäure als Opal.

Unter den amorphen Körpern, welche uns in der Natur begegnen, kommen hier wesentlich nur die vulkanischen „Gläser" (Obsidian, Pechstein 2c.) in Betracht, da abgesehen von der amorphen Kieselsäure nur sie in größeren Massen auftreten. Dieselben entstehen, wenn der Gesteinsfluß (Magma) erstarrt, bevor die Bildung von kristallisierten Mineralien begonnen hat. Von diesem Stadium bis zum vollkristallinen Gestein, wie es uns in den Graniten vorliegt, sind alle Übergänge bekannt.

In manchen natürlichen Gläsern finden sich winzige Kriställchen, welche bald stabförmig, bald haarförmig sind (Mikrolithe und Trichite); in andern haben die eingebetteten Kristalle bereits deutliche kristallographische Begrenzung; die Ausscheidung von kristallisierter Substanz kann so weit vorgeschritten sein, daß das „Glas" an Menge zurücktritt, ja oft nur noch als kleiner Rest enthalten ist, während in gewissen vulkanischen Gesteinen „Glas" überhaupt nie beobachtet werden konnte.

Zur Bildung von Kristallen ist übrigens immer einerseits ein Gelöstsein der betreffenden Substanz und andererseits eine Gelegenheit erforderlich, wonach der betreffende Stoff seine Teilchen frei an einander fügen kann (ein Hohlraum, eine Spalte, „Druse" oder dergl. etwas). Meist schießen dann die einzelnen Kristalle, von der Unterlage aus frei in den Hohlraum hineinwachsend, in Menge neben einander an, sind also auf einer Seite (dem Ausgangspunkt oder der Unterlage) festgeheftet. Man kann danach die Kristallbildung zweifellos als ein „Wachsen" bezeichnen, das aber natürlich wohl zu unterscheiden ist von dem organischen Wachstum der Zellen, die von innen heraus kraft ihres „Lebens" sich verändern, teilen und an einander reihen, wogegen das tote Gestein nur durch fortwährenden Zuzug weiterer von außen sich anfügender Stoffteilchen sich vergrößert, aber allerdings bezüglich der Form der Aufeinanderlagerung derselben auch nach einem ihm innewohnenden bestimmten Gesetz.

Gehen wir nun nochmals auf unsere zwei oben angeführten

und auf dem Weg der Beobachtung als Thatsachen erhärteten Grundsätze zurück, wonach einerseits von Haus aus gar verschiedene Stoffe die Erdkruste zusammensetzen und andererseits von Anfang an und noch heute fortgehend eine ununterbrochene Bewegung und Veränderung in diesen Stoffen sich zeigt, und sehen uns von diesem Gesichtspunkt aus wieder in der uns umgebenden Natur, das Auge auf die Gesteinswelt gerichtet, genauer um, so geben uns jene beiden Sätze zugleich die beste und einfachste Antwort auf die weitere, sich immer neu uns aufdrängende Frage: wie ist denn das alles geworden und warum ist es gerade so geworden, wie wir es heute vor uns haben?

Wir sehen einmal die verschiedensten Gesteinsarten auf der Erdoberfläche verbreitet und zugleich in der verschiedensten Zusammensetzung. Natürlich, denn von Anfang an gab es ja verschiedene Stoffe, die das Bestreben in sich trugen und tragen, sich in der verschiedensten Weise mit einander zu mengen und zu verbinden. Daß nun während der — menschlich gesprochen — unendlich langen Zeit, in welcher sich die Geschichte der Erde bis heute abgespielt hat, die allermannigfaltigsten Mengungen und Umgestaltungen dieser Stoffe auch wirklich eingetreten sind, ist selbstverständlich. Wir sehen aber weiter vielfach Gesteine und Gesteinsarten, die einander gar nichts angehen, oft hart neben einander, wir sehen manches, das z. B. unserem System nach unten sein sollte, oben liegen und umgekehrt, sehen überhaupt oft genug einen scheinbar greulichen Durcheinander und Wirrwarr in diesen Gesteinen und Gesteinsschichten. Daß es so ist und so sein muß, wird uns ebenfalls sofort einleuchten, wenn wir daran denken, wie eben seit unvordenklichen Zeiten die verschiedensten Bewegungen auf der Erde stattgefunden haben, Vorgänge, die auch heute noch ganz in derselben Weise sich vollziehen.

Unmittelbar daran schließt sich aber natürlich die weitere Frage nach den Kräften, welche diese Bewegungen erzeugt, diese Veränderungen hervorgerufen haben, beziehungsweise dies fortwährend thun. Und einige von diesen haben wir schon im bisherigen angedeutet. Wir haben hingewiesen auf die beständigen Hebungen und Senkungen (zum Teil ganzer Kontinente), die miteinander abwechseln, auf die Faltung und Runzelung der Erdkruste,

welcher wir die Entstehung unserer Kettengebirge verdanken rc.; das alles hängt mit der Schwerkraft zusammen, die dem Stoffe als solchem eigen ist, und infolge der alle Körper auf der Oberfläche unserer Erde deren Mittelpunkt zuzustreben scheinen. Wir haben weiter geredet von den Stoffmassen, die im Wasser gelöst von dem einen Ort weg und an einen andern hingeführt oder aber einfach durch äußeren Anstoß, sei's durch Vulkane, sei's durch Fluten, sei's endlich durch den Wind von ihrer ursprünglichen Stätte fortbewegt werden. Hier handelt sich's um allerlei chemische und mechanische Kräfte, die fortwährend ihr Wechselspiel auf dem Erdball treiben.

Wir haben auch angedeutet, daß selbst Pflanzen und Tiere gesteinsbildend oder gesteinsauflösend wirken können. Da haben wir es dann mit einer ganz neuen und anders gearteten Kraft, mit derjenigen des organischen Lebens zu thun, das thatsächlich einen gewaltigen Einfluß ausübt und großartige Veränderungen hervorruft in dem toten Stoff, der ihm zu Grund liegt.

Damit wären wir einerseits auf die verschiedenen Kräfte (Faktoren) zu reden gekommen, die zur Bildung und Umgestaltung des Gesteinsmaterials auf der Erde Veranlassung geben, andererseits aber auch auf die Zeiträume, innerhalb deren jene Veränderungen in geschichtlicher Reihenfolge nach und aus einander vor sich gegangen sind.

Das führt von selbst auf zwei weitere Abschnitte, die wir der Darstellung unseres eigentlichen Themas nochmals einleitend vorausschicken müssen: wir haben einen Überblick zu geben über die Hauptfaktoren für die Bildung unserer Gesteine und sodann einen solchen über die Entstehung und geschichtliche Entwicklung der Erdoberfläche bis zu ihrem heutigen Stand.

Kapitel II.

Die wichtigsten Faktoren bei der Bildung der Gesteine.

Wir erinnern daran, daß zweifellos unter all den Kräften und Stoffen, die den gegenwärtigen Stand und Zustand des Gesteinsmaterials geschaffen haben, aus dem die Erdrinde sich zusam-



Fig. 2. Blocklava.

mensetzt, und die, wie von Anfang so noch heute, am meisten verändernd und umbildend darauf einwirkten und einwirken, als die beiden bedeutsamsten diejenigen des Feuers (d. h. der Wärme) und des Wassers hier in Betracht kommen. Diese zwei sind und bleiben in der That die beiden hauptsächlichsten Gesteinsbildner, in dem Sinn, daß wir sagen: das Sosein der Gesteine, wie sie jetzt unserem Auge begegnen, ist fast allein entweder der Wirkung des Feuers oder derjenigen des Wassers zuzuschreiben. Hat man ja doch früher die Gesamtmasse unserer

Gesteine kurzweg in die zwei großen Gruppen der Feuer- und Wassergesteine eingeteilt und kann und darf dies auch mit Recht thun, wenn man dieselben nur vom Gesichtspunkt ihrer Entstehung aus betrachtet.

Treten wir zu diesem Ende einmal an die Feuergesteine heran und betrachten uns, um auch hier an alltägliche Vorgänge anzuknüpfen, die Thätigkeit eines Vulkans. Jedermann weiß, daß ein solcher fortwährend aus dem Erdinnern allerlei Gesteinsmaterial zu Tage fördert, das meist mit dem übrigen Gestein seiner Umgebung gar nichts zu schaffen hat. Da sind es entweder eigentliche Auswürflinge, je nach Größe und Form bald Bomben bald Lapilli („Steinchen") oder auch Asche genannt, die er oft in ungeheurer Menge aus dem Krater „speit" und an den Rändern desselben aufschüttet, auch wohl über meilenweite Strecken hinschleudert; oder aber es ist ein zähflüssiger Brei von geschmolzenem Gestein („Magma" d. h. Gemengsel), das sich irgendwo am Fuß des Kraters eine Spalte durch diesen bricht und aus demselben in zuerst raschem, dann immer langsamerem Lauf abfließt, ebenfalls oft meilenweite Ströme bildend, die sogen. Lava. (Vergl. S. 17 und 19 uns. Fig. 2 u. 3, welche zwei verschiedene Arten von Erstarrungsformen der Laven, die sogen. Block- [Fig. 2] und die sogen. Flocken- oder Gekröslava [Fig. 3] darstellen). An der Luft sich abkühlend erstarrt die anfänglich zähflüssige Masse nach und nach, so zwar daß zuerst die Oberfläche erkaltet und nun einen schützenden Mantel bildet, unter welchem die Hauptmasse noch jahrelang glühend bleiben kann, während der Mensch ruhig auf der erkalteten Kruste wie auf einer Eisdecke umhergeht. Schließlich erscheint das Ganze als ein meist dunkelgefärbtes, bald gleichförmiges bald poröses Gestein, und zwar als ein echtes Massengestein, das nirgends Schichtung zeigt und auch der Natur seiner Entstehung nach gar nicht zeigen kann.

Ebenso verbietet diese Entstehung jeden Gedanken daran, ob man vielleicht später einmal in diesem erkalteten Brei wie in so vielen andern Gesteinen Petrefakten („Versteinerungen" d. h. Spuren oder Reste früherer Tiere und Pflanzen) eingeschlossen finden möchte. Daß dies ein Ding der Unmöglichkeit ist, liegt auf der Hand. Denn wie könnten jemals Tiere in einem glühenden Lavabrei gelebt haben?

Und wenn etwa das eine und andere von außen hineingefallen und von dem Brei umschlossen worden wäre, hätte es nicht sofort in der Glut seinen völligen Untergang „mit Haut und Haar" finden müssen, ohne eine Spur seines Daseins zu hinterlassen?

Nun finden wir aber, allerwärts auf der Erdoberfläche zerstreut, eine Menge ähnlicher Gesteine, deren ganze Form und Zusammensetzung uns an Laven erinnert, und denen ebenfalls jede Spur von organischen Resten fehlt. Eine einfache Schluß-



Fig. 3. Gekröslava.

folgerung nötigt uns, ihnen einen ähnlichen Ursprung zuzuweisen, wie unserer heutigen Lava, auch da und dann, wo wir von vulkanischen Ausbrüchen in der weitesten Umgebung derselben jetzt nichts mehr wahrnehmen können. Es ist daher auch die allgemeine und sicher ganz richtige Überzeugung der Geologen, daß derartige Gesteine in früheren Erdperioden ähnlich wie heute die Lava, aus der Tiefe glutflüssig hervorgebrochen seien, wenn auch vielleicht unter ganz andern Verhältnissen und Erscheinungen, als wir sie jetzt haben. Man nennt daher diese sämtlichen Gesteine auch Eruptiv-

d. h. Ausbruchsgesteine, eben um damit die Art ihrer Entstehung zu bezeichnen. Sieht man sie sich dagegen nach ihrer Gestaltung und Zusammensetzung an, so heißen sie — ebenso richtig — Massengesteine, weil sie naturgemäß gleichförmige Massen darstellen, ohne jegliche Spur von Schichtung.

Und warum sollten solche Gesteine nicht auch aus früheren Erdperioden uns erhalten geblieben sein? Sollte die Erde das „Speien" erst in unsern Tagen angefangen haben? Nicht der mindeste Grund liegt vor, letzteres anzunehmen, dagegen Thatsachen genug, die bezeugen, daß wohl keine einzige der hinter uns liegenden Perioden vorübergegangen ist, in der nicht die unterirdischen Kräfte sich Luft gemacht und glühendes Material aus dem Erdinnern ans Tageslicht gebracht hätten. Einzelne Zeiträume scheinen allerdings sich ganz besonders durch solche Eruptionen ausgezeichnet zu haben (z. B. die Dyas- und Tertiärzeit), während es in anderen in dieser Hinsicht wieder ziemlich ruhig auf der Erde zugegangen sein mag (z. B. während der Juraperiode). Doch haben die neueren Forschungen ergeben, daß zu allen Zeiten und während sämtlicher Perioden Ausbrüche aus dem Erdinnern stattgefunden haben.

Man unterscheidet übrigens zwei Reihen von Ausbruchsgesteinen: die plutonischen*) oder Tiefen- und die vulkanischen**) oder Ergußgesteine. Plutonisch heißt man alle Massengesteine, die in der Tiefe d. h. unter der Oberfläche der Erde den Schichten sich eingelagert haben, vulkanisch dagegen diejenigen, die sich oberirdisch ergossen haben. Zu jenen gehören die Granite, Syenite, Gabbros 2c., zu diesen die Diabase, Basalte, Trachyte u. s. w.

Wir wollen hier indes nicht verschweigen, daß neben Tiefen- und Ergußgesteinen als dritte Klasse noch die „Ganggesteine" unterschieden werden. Ein bezeichnendes Beispiel für letztere sind gewisse Porphyre, nämlich eben die sogen. Gangporphyre, die namentlich die Granitstöcke nach allen Richtungen (in „Gängen") durchsetzen, und die wir deshalb wesentlich von den sogen. Quarzporphyren (z. B. bei Bozen, aber auch im Schwarzwald und Odenwald) unter-

---

*) Pluto, der Gott der Unterwelt.

**) Vulkan, der Gott des Feuers.

scheiden müssen. Letztere bilden Decken, die sich weithin über ihre Unterlage ergossen haben, sind also entschiedene Ergußgesteine.

Daß die Art und Weise der vulkanischen Ausbrüche zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Orten eine verschiedene war, liegt wieder in der Natur der Sache. „Practica est multiplex" gilt auch in der Natur und noch heutigen Tags. So sind z. B. die meisten der heute noch thätigen Vulkane sogen. Strato- (d. h. „geschichtete") Vulkane, weil sie durch Wechsellagerung von Auswurfmaterial (vulkanischem Tuff) und Lavaströmen eine Art Schichtung erhalten haben. Bei einer Reihe von vulkanischen Gesteinsmassen beobachten wir, daß sich dieselben in Gestalt von mächtigen Decken ausgebreitet oder in Form von kegelförmigen Bergen (Quellkuppen) aufgestaut haben. In diesen beiden Fällen war die Dampfentwicklung nach dem Ausbruch beendet, größere Massen von Lava entströmten dem vulkanischen Herd und bildeten, je nachdem sie leichtflüssiger waren oder vielleicht infolge bereits eingetretener Abkühlung rasch erstarrten, ausgedehnte Decken oder massige Kuppen. Die losen Auswurfsmassen, welche in der ersten Phase der vulkanischen Thätigkeit entstanden waren, wurden von den zähen Laven, welche die Quellkuppen aufbauten, nicht durchbrochen. Dieselben legten sich vielmehr als Tuffmantel um den Lavakern. Spätere Fluten wuschen den weichen „Tuff" teilweise wieder weg, und der erstarrte Kern von Basalt, Phonolit u. dgl. blieb stehen. So etwa denkt man sich die Bildung der alten Hegauvulkane (Hohentwiel, Mägdeberg u. s. w.).

Sind derartige Ausbruchsmassen von Anfang an in der Tiefe begraben geblieben, wie z. B. die sämtlichen Granite, so nennt man sie je nach ihrer Lagerungsform Lakkolithe*) oder Stöcke; haben dieselben Seitenspalten ausgefüllt und ihr glühendes Material vom Hauptgang auch noch in Nebengänge eingetrieben, so heißt man letztere Apophysen**); vgl. z. B. manche Gangporphyre.

Weiter ist zu beachten, daß durch solche Ausbrüche von glühendem Material das umliegende Gestein, das durchbrochen oder dessen

*) Lakkolith, griech., wörtlich „Zisternenstein".
**) Apophysen, griech., „Verzweigungen".

Spalten und Gänge ausgefüllt wurden, in der Regel allerlei Veränderungen erlitt. Der gewöhnliche dichte Kalkstein z. B. wurde oft in eine kristallinische Masse (zuckerkörnigem „Marmor") verwandelt, wie man dies an Kontakt-(Berührungs-)stellen, z. B. bei Predazzo in Südtirol so schön sehen kann. Weißes Gestein wurde durch die aufsteigenden Dämpfe geschwärzt oder gerötet, was manchmal der schwäbische Weißjura da zeigt, wo er von Basaltgängen durchbrochen wird. Braunkohlen bekamen durch Einwirkung der heißen Basaltmassen eine stenglichte Absonderung, so

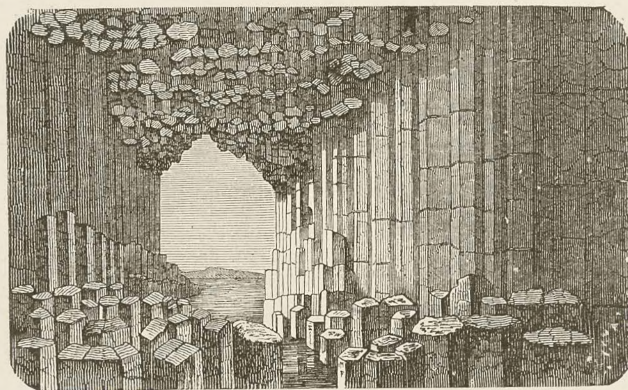


Fig. 4. Fingalshöhle.

daß sie jetzt dastehen wie die bekannten Basaltsäulen selbst (z. B. in Hessen u. dgl., s. uns. Fig. 4).

Was letztere betrifft, so mag ebenfalls gleich hier angefügt werden, daß allerdings auch Massen- und Feuergesteine, wie der Basalt, unter Umständen in regelmäßiger Weise, nämlich eben in solche Säulen sich absondern können (Säulenbasalt), wofür die an der schottischen Küste liegende Insel Staffa mit ihrer berühmten Fingalshöhle (vgl. uns. Fig. 4) und die Rheingegend (Königswinter) bekannte und treffliche Beispiele bieten. Nur ist hier überall nicht an Schichtung und Ablagerung zu denken, wie etwa bei unsern Kalkgebirgen, ebensowenig an ein Anschießen und Wachsen

wie bei den Kristallen, vielmehr handelt sich's um besondere Erstarrungsverhältnisse (wovon später mehr).

Wo wirkliche Schichtung vorliegt, da hat man's stets mit neptunischen oder Wassergesteinen (Neptun, der Gott des Meeres) zu thun und bezeichnet dann dieselben nach der Art ihrer Entstehung als Flöz- (vom Wasser herbei„geflözt") oder Sediment- (abgelagertes) Gebirge.

Gehen wir auch hier einmal von den bekanntesten und alltäglichsten Vorgängen aus, so hat ja wohl jeder von uns schon beobachtet, wie bei einem stehenden oder fließenden Gewässer die Ablagerungen auf dessen Grund oder an dessen Rändern sich bilden. Ein Bach bringt Gesteinsstücke von den Bergen zu Thal, er schleift sie während des Transports in seinem Bett glatt und setzt sie an einer günstigen Stelle weiter unten als „Kiesschotter" wieder ab. In einer Bucht oder an seichten Uferstellen wird das feinere Material, Sand und Schlamm abgelagert, und zwar Schichte um Schichte, wie sich die Jahresringe um den Stamm eines Baumes ansetzen.

Ein Fluß, der in einen See mündet (z. B. der Rhein beim Einfluß in den Bodensee), bringt eine Unmasse Schotter vom Gebirge herab, den er deltaartig im Wasser ablagern wird, so daß das Material nach und nach eine Zunge in den See hinaus bildet, bis dieser schließlich ganz dadurch ausgefüllt werden dürfte. Die Ablagerung solchen Gesteins geht aber nach ganz bestimmten Regeln vor sich. Die gröbsten Brocken bleiben nahe der Eintrittsstelle des Flusses in den See liegen, die kleineren werden weiter ins Wasser hineingeschwemmt und der Sand und Schlick wird am weitesten vorgeschoben, so daß er nach und nach im ganzen Seegrund sich ausbreitet. Wiederum je nach Zeit und Umständen bringt der Fluß das einemal eine Lage Schlamm, dann folgt vielleicht ein halb Jahr nachher infolge eines Wolkenbruchs grobes Geröll, wieder ein andermal bildet sich eine Schlammschicht darüber, eines baut sich über dem andern auf, und nach Verlauf von Jahrtausenden sehen wir diese verschiedenen Schichten als Bänke, wie Blätter eines Buchs, übereinandergelagert und vielleicht schon zu einer steinartigen Masse erhärtet.

In noch weit größerem Maßstab finden dieselben Vorgänge

in unsern Meeren und Ozeanen statt, und zwar nicht bloß an deren Küsten, wo Ebbe und Flut, oder an den Mündungen großer Ströme, wo diese ihr ununterbrochenes Spiel treiben, sondern ganz besonders auf ihrem Grunde, auf welchen fortwährend eine Masse feinster im Wasser schwebender Stoffteilchen, aber auch Millionen von Muschel- und Schneckenschalen nach dem Tod ihrer Bewohner hinabsinken. So kommt es, daß der Boden unserer Weltmeere, wie insbesondere die Tiefseeforschung der letzten Jahrzehnte bestätigt hat, metertief mit feinstem Kalkschlamm bedeckt ist, der ebenfalls Schichte um Schichte wagrecht im Lauf der Zeiten sich übereinander abgelagert hat.

Denken wir uns nun etwa solch einen Ozean trockengelegt oder seinen Grund gehoben, so werden diese Schichten nach und nach zu Stein erhärten, und wir haben genau die nämlichen Kalk- und Thonbänke vor uns, wie wir sie in vielen unserer heutigen Gebirge beobachten. Daß in denselben dann gleichzeitig die betreffenden Schneckenschalen, die einst auf den Grund hinabgesunken und in dessen Schlamm eingebettet worden sind, ruhig eingebettet blieben, und auch prächtig wieder zum Vorschein kommen, wenn man das betreffende Gesteinslager mit dem Hammer zerschlägt, ist selbstverständlich. Umgekehrt wird auch niemand die Richtigkeit der Schlußfolgerung bestreiten können oder wollen, daß wir alle diejenigen Gesteine, die schichtenweise in Bänken übereinander gelagert unserem Auge sich darstellen, vollends wenn sie Petrefakten, d. h. versteinerte Tier- oder Pflanzenreste führen, als im Wasser abgelagert, als Sediment- oder Flözgesteine ansehen müssen, was denn auch allerwärts in der Geologie geschieht.

Indes auch schon die bloße Schichtung zeugt für eine derartige Entstehungsart des betreffenden Gesteins, wie man deshalb gegenwärtig z. B. auch die Hauptmasse der sogen. kristallinen Schiefer (Gneis, Glimmerschiefer rc.) als im Wasser abgelagert sich denkt, obgleich denselben jegliche Spur von Lebensresten zu fehlen scheint*). Noch mehr gilt dies natürlich von jenen Thon-

---

*) Daß die „schichtenweise Ablagerung" der sogen. Stratovulkane andere Ursachen hat und nicht im Wasser stattfand, haben wir oben schon angedeutet und werden es noch genauer bringen.

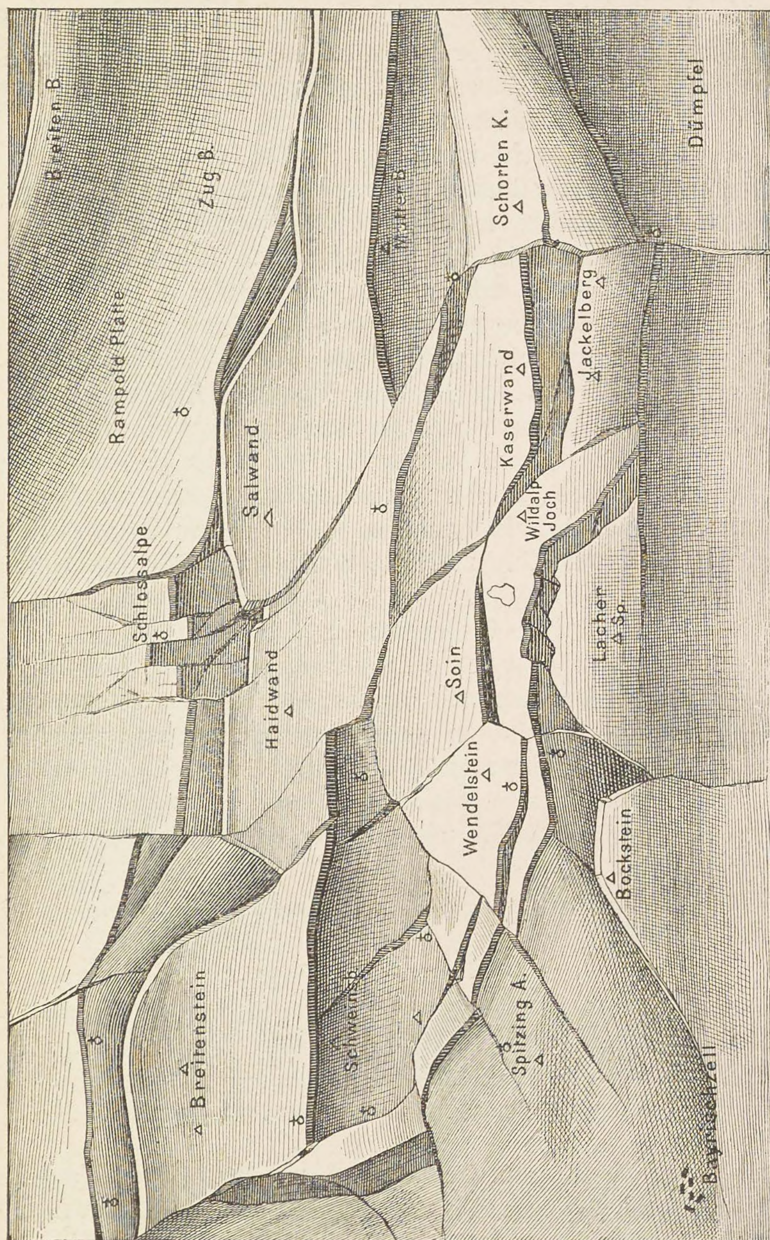


Fig. 5. Das Bruch- und Faltengebiet des Wendelsteines.
(Aus Dr. Eb. Fraas, Szenerie der Alpen.)

schiefern späterer Formationen (den sogen. „Phylliten“), die ebenfalls keine Spur von Lebewesen enthalten und doch gar nicht anders entstanden sein können als durch Ablagerung im Wasser.

Man kann hier annehmen, daß die etwaigen Tiere, die während der Bildung dieser Schiefer in dem betreffenden Wasser gelebt haben mögen, noch außerordentlich nieder organisiert und lediglich weiche, gallertartige Klümpchen waren, von denen naturgemäß kaum etwas sich erhalten konnte; denn erhalten können sich ja nur Hartteile von Geschöpfen: Schalen, Knochen, Zähne u. dgl., alle Fleischmasse geht durch Verwesung zu Grund. Das würde dann gut damit stimmen, daß obige Phyllite die ältesten eigentlichen Flözformationen darstellen, also zu einer Zeit sich gebildet haben, wo überhaupt Lebewesen erstmals auf Erden auftraten; durch Umbildung der Gesteine gingen aber die Tierreste wieder zu Grunde.

Von da an jedoch, wo wir in unsern Sedimentgebirgen deutliche Tier- und Pflanzenreste finden, geben die betreffenden Arten dieser Versteinerungen uns einen vortrefflichen Fingerzeig über das Alter ihrer Ablagerung.

Weil nämlich die Entwicklung der Geschöpfe auf Erden stets stufenweise vom Niederen zum Höheren fortschreitet, so ziehen wir daraus den durchaus berechtigten Schluß, daß ein Gestein, in welchem noch keine Säugetiere vorkommen (Silur, Steinkohle) früher abgelagert worden, also älter sein müsse als ein anderes, das solche aufweist (z. B. das Tertiärgebirge). Und damit stimmt wieder vortrefflich überein, daß in der

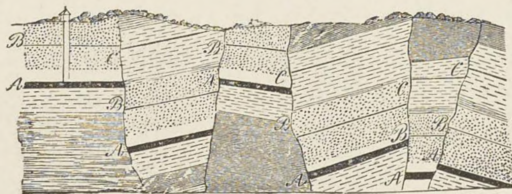


Fig. 6. Verwerfung eines Kohlenflözes (Auckland).

That da, wo die Lagerung der Schichten noch ungestört ist, immer z. B. die Steinkohlenformation unter dem Jura und Tertiär liegt. Das Untere muß aber bei horizontaler Ablagerung der Schichten

im Wasser naturgemäß immer auch älter sein als das Obere, das sich ja erst darüber, d. h. der Zeit nach später abgesetzt hat. Wenn in der Natur scheinbar die Sachen ganz anders und geradezu umgekehrt liegen, so haben wir es da eben mit nachherigen Schichtenstörungen (Verwerfung, Faltung, Überkippung ꝛc.) zu thun. Man vgl. in dieser Beziehung unsere hier beigegebene Fig. 5 und 6 (S. 25 u. 26), von denen die erstere die Schichtenstörungen darstellt, wie sie zurzeit das Wendelsteingebirge zeigt, während die letztere die Verwerfung eines Kohlenflözes im Steinkohlenrevier von Auckland in vorzüglicher Weise darstellt.

Ein weiteres, was hier in Betracht kommt, ist, daß wir in unsern Flözgebirgen meist gar verschiedenartige Schichten oder Lager über einander antreffen. Da sind es bald Kalk- bald Sandsteinbänke, die wir finden, dann auch wieder ziehen zwischen denselben Thonschichten durch, oder es sind gerollte Steinbrocken in das Lager eingebettet und was sonst für Variationen hier vorkommen mögen. Auch das erklärt sich höchst einfach und stimmt ganz mit den Vorgängen und Beobachtungen in unsern heutigen Meeren. In einer ruhigen Bucht z. B. wird sich, wie oben schon angedeutet, nur Schlamm, der spätere „Thon", ablagern, an der Mündung eines Stroms, der allerlei Geröll ins Meer führt, wird man solches ins Lager eingewickelt finden, desgleichen an einer steilen Felsküste, die fortwährend der Brandung ausgesetzt ist. Flache Ufer dagegen erzeugen Sand, der sich dann später zu Sandstein verkitten kann; auf dem Grund der Tiefsee lagert sich ein weicher, kreideartiger Kalkbrei ab, aus dem die späteren Kalksteinbänke oder Kreidefelsen hervorgegangen sind.

Endlich begegnen wir aber doch hin und wieder auch in zweifellos vom Wasser abgelagerten Schichten, also im echten und gerechten Flözgebirge mitunter massig erscheinendem Gestein, meist Kalkgestein, das oft wie in einer Art von „Stotzen" und Brocken mitten zwischen wohlgeschichteten Bänken lagert; wir erinnern z. B. nur an die Felsen der schwäbischen Alb, an die Dolomitberge in Südtirol u. ähnl., wo das Auge überall nichts von Schichtung erblicken kann. Daß auch diese Dinge einst auf dem Meeresgrund sich gebildet haben, ist über jeden Zweifel erhaben. Dagegen nehmen wir, und zwar abermals nach Analogie

heutiger Vorkommnisse in unseren Meeren, wohl mit allem Recht an, daß es sich hier um sogen. zoogene (d. h. durch Lebewesen erzeugte) Gesteine handelt, also z. B. gewaltige Korallenstöcke oder Kolonien von Seeschwämmen, wie denn auch gewöhnlich eine genauere (mikroskopische) Untersuchung jener „Stotzen“ und Felsen dies bestätigt.

Nun aber müssen wir weiter daran erinnern, daß es auch Gesteine geben kann, die uns, wenn wir sie auf die Art ihrer Entstehung ansehen, weder als reine Feuer- noch als Wassererzeugnisse erscheinen, bei denen wir vielmehr zu der Überzeugung kommen, daß ihre Bildung auf die Kraft der Gasmassen, welche bei der Eruption von den Laven abgegeben wurden, zurückzuführen ist.

Wir denken z. B. an die vulkanischen Tuffe der sogen. Strato- („geschichteten“) Vulkane, von denen ja ebenfalls bereits (S. 21) die Rede war. Wer etwa schon am Vesuv gewesen ist, der hat beobachtet, wie dort (im Atrio del Cavallo) Schicht um Schicht, Lage um Lage von Lava, Bimsstein, Asche u. s. f. über einander sich aufbaut, so daß man fast an „Sedimente“ denken möchte. Die Sache ist aber sehr verständlich, sobald man sich klar macht, wie ein derartiger Feuerberg überhaupt entstand.

Es handelt sich dabei einfach um einen Aufschüttungskegel: die ausgeworfenen Gesteinsmassen türmten sich nach und nach zu einem Berg auf, die groben und großen Brocken blieben infolge ihrer Schwere unten liegen; über ihnen lagerten sich kleinere „Bomben“ und Gesteinsbruchstücke ab; das Ganze wurde zuletzt von der Asche bedeckt, weil diese am leichtesten ist. Nach etlichen Jahren folgte ein zweiter Ausbruch', neue Gesteine in derselben Ordnung entstiegen dem Schoß des Berges, und dieser baute ein zweites Stockwerk von ähnlichen Schichten über dem ersten auf. Dieser Vorgang wiederholte sich dann im Lauf der Jahrtausende noch dutzendmal, bis der Berg, der sich sozusagen selbst aus sich geboren, die Form und Höhe erreicht hatte, wie wir es jetzt sehen. Machen wir aber einen Querschnitt durch seine Masse, oder denken wir uns irgendwo seine sämtlichen Schichten senkrecht von oben nach unten entblößt, so daß wir sie mit einem Blick übersehen können: so würden wir ein System über einander lagernder Bänke erkennen, das naturnotwendige Ergebnis seiner Entstehungsweise. Hier also

haben wir scheinbare Sediment- d. h. wohl eine richtige Schichtenbildung, nur daß bei derselben das Wasser nicht mitgespielt hat.

Etwas anders verhält es sich mit den geschichteten Tuffen, indem hier das Wasser als weiterer Faktor hinzutritt. Derartige Ablagerungen entstehen nämlich dann, wenn ein Teil der ausgeworfenen Massen in benachbarten Meeresteilen zum Absatz gelangt, oder wenn die losen Tuffe durch später hinzutretendes Wasser eine Umlagerung erfahren. Eine solche Mitwirkung von Wasser müssen wir z. B. bei einem Teil der Basalt- und Phonolit-Tuffe der Tertiärvulkane in Schwaben und im Hegau annehmen. Die genannten Tuffe sieht man nämlich manchmal ganz schön in Schichten über einander gelagert, so daß kaum ein Zweifel darüber sein kann, es sei dies durch Wasser bewirkt worden. Und so ist's in der That, und wiederum giebt auch hier die Entstehungsweise dieser Gesteine sofort selbst die Erklärung: Feuer und Wasser haben hier vereint gewirkt, daß sie, und zwar daß sie gerade so, wie wir sie jetzt sehen, sich bilden konnten.

Diese vulkanischen „Tuffe" (wohl zu unterscheiden von dem gewöhnlich so genannten [Kalk-] Tuff, dem Absatz unserer kalkhaltigen Wasser) sind nämlich nichts anderes als Aschenmassen, die von dem betreffenden Feuerberg einst ausgeschleudert wurden, und in welche dann zugleich noch allerlei fremde Gesteinsarten hineinfielen, seien es nun Bomben und Brocken, die beim Ausbruch im Innern des Berges abgerissen und mit heraufgebracht, seien es Stücke des umliegenden Gesteins, das infolge der Erschütterung zersprengt und in den Kessel (das „Maar") oder unter die am Fuß des Berges sich ablagernden Aschenmassen geworfen wurde. Gewaltige Regengüsse oder Bäche und Flüsse führten sodann dieses gesamte Material, die zu einer Art von Brei gewordene Aschenmasse samt ihren fremden Einschlüssen, fort und setzten dasselbe schichtenweis über einander wieder ab[1]): so zeigt sich uns dieser „Tuff" heute in der That seiner Entstehung nach als Produkt von Feuer und Wasser zu gleicher Zeit, als Erzeugnis beider Faktoren.

Neben den eigentlichen Feuer- und Wassergesteinen und neben

[1]) Hier können dann auch Reste von Pflanzen und Tieren von außen miteingeschwemmt werden, wie man in der That in diesen Tuffen oft Blätter und Schneckenschalen findet.

der eben besprochenen dritten Art, die der Zusammenwirkung dieser beiden Faktoren ihren Ursprung verdankt, müssen wir aber der Vollständigkeit halber noch auf zwei weitere Gruppen von Gesteinen aufmerksam machen, die bezüglich ihrer Entstehung eine ganz isolierte Stellung einnehmen, es sind dies einerseits die sog. metamorphischen und dann wieder die obenerwähnten oder wenigstens gestreiften zoogenen und phytogenen Gebilde, d. h. mineralische Massen, die sich durch Vermittlung von Tieren oder Pflanzen erzeugt haben, und noch heute vor unsern Augen erzeugen.

Beginnen wir zunächst mit diesen letzteren, so erinnern wir nochmals an die früher besprochenen Felsen der schwäbischen Alb, die sich schon durch ihr massiges oder „stotziges" Wesen von ihrer Umgebung, den geschichteten Kalken, unterscheiden, bei näherer Untersuchung aber auch thatsächlich als Reste einstiger Korallen- oder Schwammriffe sich ausweisen, die zwar freilich nur im Wasser konnten gebildet und abgelagert sein, deren Bildung aber lediglich der Thätigkeit winziger Tiere zuzuschreiben ist. Dasselbe gilt von den Dolomitgebirgen in Südtirol sowie von den Kreidefelsen auf Rügen und an der englischen Küste, die nichts anderes sind als Massen von Schälchen und Kalkskeletten einstiger Tierchen, die nach deren Tod in dieser Weise auf dem Grund von Meeren als „Kreideschlamm" aufgehäuft und verkittet wurden.

Was dagegen die Pflanzenwelt als Gesteinsbildner betrifft, so erinnern wir nur an die Stein- und Braunkohlenlager, die Massen von vielen Metern Höhe darstellen und zweifellos Überreste von Pflanzen sind, die in früheren Erdperioden an den betreffenden Stellen gewachsen waren und bei unvollständiger Verwesung (unter Wasser, also mit Abschluß von Luft, ganz ähnlich wie heute die Torfbildung sich vollzieht) ihren Brennstoff uns erhalten haben.

Weiter gehört hieher der sogen. Tripel oder Polierschiefer, wie er an manchen Orten (z. B. bei Bilin in Böhmen) in meterhohen Bänken abgebaut wird. Die mikroskopische Untersuchung zeigt, daß die ganze Masse aus weiter gar nichts besteht als aus winzigen Kieselpanzern von Stückelalgen (sogen. Diatomeen), wie sie auch gegenwärtig in unsern Gewässern vorkommen und durch ihre ungeheure und fabelhaft rasche Vermehrung sich auszeichnen. Binnen kurzem kann sich eine Wasserlache damit anfüllen, die

absterbenden Massen sinken auf den Grund, und Schichte auf Schichte von den unverweslichen Kieselstäbchen setzt sich dort ab. So steht z. B. ein kleiner Teil von Berlin auf einem mehrere Meter mächtigen Lager solcher Algenreste, die in der Diluvialzeit auf einem hier offenbar noch sumpfigen Boden ihr Dasein geführt haben.

In gewissem Sinn kann man auch unsere Kalktuff- und Sinterablagerungen dahin rechnen, da die Ausscheidung von kohlensaurem Kalk wenigstens nicht ohne die Vermittlung von Pflanzen (Moos, Gras, Holzstücken u. dgl.) vor sich gehen dürfte, über welche das kohlensäurehaltige Wasser langsam hinabfließt. Ja, man hat schon behaupten wollen, daß aller und jeder Kalk in unsern Bergen zoogen, d. h. früher einmal durch den Leib von Tieren oder Pflanzen hindurchgegangen, beziehungsweise von ihnen abgesondert worden sei. Nur muß man sich hier immer fragen: woher sollen dann aber die Schnecken und Muscheln, die Korallen und Schwämme, aus deren Schalen und Skeletten unsere Kalksteine ja wohl herrühren mögen, diesen Kalk genommen haben, wenn er nicht zuvor schon in irgend welcher Gestalt auf der Erde vorhanden war? Es kann ja natürlich keinem Zweifel unterliegen, daß die (chemischen) Bestandteile sämtlicher Sedimentgesteine aus der Masse der ursprünglichen Erstarrungskruste der Erde d. h. aus den Eruptivgesteinen ihren Ursprung nahmen. Sie sind entstanden aus der allmählichen Zersetzung jener Urgesteine, ganz so wie das heute noch geschieht. Der Kalk insonderheit, der in den Schichtengesteinen so stark vorherrscht, stammt seiner Hauptsache nach aus dem Kalknatronfeldspat (Plagioklas) des Urgesteins. Immerhin dürfte der Verwitterungsprozeß bei der dazumal herrschenden ungleich höheren Temperatur auch ungleich rascher vor sich gegangen sein als heutzutag.

Daß wir aber des öfteren in der Natur inmitten kristalliner Gesteine (z. B. Glimmerschiefer und Gneis) mächtige Kalkstöcke eingelagert treffen, ist eine unbestreitbare Thatsache. Man pflegt daher da, wo sie vorkommen (z. B. in Skandinavien, im Odenwald ꝛc.), derartige Massen nicht übel auch wohl „Urkalk" zu nennen.

Thatsache aber ist, daß die meisten dieser „Urkalke" sei's durch Druck sei's durch Einwirkung überhitzten Wassers bei Berührung mit vulkanischen Massen kristallines Gefüge angenommen haben d. h. zu typischem „Marmor" geworden sind.

Kapitel III.

Die Metamorphosierung der Gesteine und ihre Ursachen.

Sehen wir uns diese sog. metamorphischen Gesteine ein wenig näher an, so zeigt schon der Name (metamorphisch, griech. = umgewandelt) an, was wir dabei zu denken haben.

In gewissem Sinn könnte man ja freilich fast alle Gesteine unserer Erdkruste, insonderheit alle Sedimentgesteine metamorphisch heißen. Denn die Beobachtung lehrt uns, daß es auf Erden und auch in der Gesteinswelt nichts Bleibendes giebt, daß vielmehr alles in stetem Fluß, in ewigem Wandel und Wechsel begriffen ist (vgl. S. 9 ff.). So haben wir z. B. in all unsern Sand- oder Kalksteinen nicht mehr den ursprünglichen Zustand vor uns, in dem sich einst ihr Material abgelagert hat, vielmehr sind die losen Sandkörner oder Schlammteilchen, aus denen sie sich zusammensetzen, jene durch ein später eingesickertes Bindemittel, diese zugleich durch gewaltigen Druck erst nach und nach zu dem umgewandelt worden, als was sie sich uns jetzt zeigen, nämlich aus losen Massen zu festen Gesteinsbänken, wie oben schon angedeutet ward.

Noch mehr könnte man versucht sein, solche Gesteine, die sich thatsächlich erst durch die chemische Thätigkeit des Wassers gebildet haben, als metamorphische zu bezeichnen. Nehmen wir z. B. Basalt, der durch fortgesetzte Auslaugung zu (Basalt-) Thon, oder Granit, Gneis und Porphyr, die auf demselben Wege, schließlich zu Kaolin (Porzellanerde) geworden sind, oder denken wir an unsere Mandelsteine, die ursprünglich ein poröses und blasiges Aussehen hatten, deren Hohlräume aber später durch Einsickern von kieselgeschwängertem Wasser mit (Quarz- oder Achat-) „Mandeln“ ausgefüllt worden sind — hier also hat die chemische Lösung neue Stoffe herbeigeschafft, während sie im obigen Falle umgekehrt vorhandene wegführte —: so ist allerdings hier wie dort die ursprüngliche Gesteinsmasse durch solche Vorgänge vollständig umgewandelt,



Klamm im Hochgebirg.
(Passo di Scarpello, Südtirol).

nach Form und Inhalt, nach Aussehen und Beschaffenheit eine durchaus andere geworden als sie ursprünglich war.

Im weiteren Sinn des Worts kann man also und darf hier gewiß von „Metamorphismus“ sprechen. Doch hat man sich nun einmal gewöhnt, in der Wissenschaft jenes Wort nur im engeren Sinn zu gebrauchen und die eben angeführten Fälle nicht darunter zu begreifen. Man versteht vielmehr unter Metamorphismus nur solche Vorgänge, die, wenn auch manchmal mit teilweisen Zersetzungen verbunden, zur Bildung eines ganz neuen und oft kristallinischen Gesteins führten, welches unter Umständen selbst wieder einer späteren Zersetzung unterworfen sein konnte, und bei denen man zugleich die Ursachen dieser Umwandlung mehr oder weniger bestimmt nachzuweisen vermag.

Als solche nachweisbare Ursachen der Metamorphosierung gewisser ursprünglicher in völlig andere und neue Gesteine hat man hauptsächlich folgende fünf kennen gelernt:

1) Mineralquellen und Sickerwasser,
2) Vulkanische Gas- und Dampfaushauchung,
3) Erdbrände,
4) die Wirkung von Eruptivgesteinen und
5) Prozesse gewaltigen Druckes.

Sehen wir uns diese Vorgänge etwas näher an, und zwar zunächst die Umwandlung gewisser Gesteine mittelst Sickerwasser und Mineralquellen, so ist hier vor allem an die Bildung des Brauneisensteins, des Dolomits, des Gipses, des Anhydrits und des Serpentins zu erinnern.

Daß der Dolomit kein ursprüngliches Gestein, sondern umgewandelter Kalk ist, bei welchem zu dem vorhandenen kohlensauren Kalk noch kohlensaure Magnesia (Bittererde) hinzutrat, darüber besteht heute nirgends mehr ein Zweifel. Und ebenso unbestritten ist die Annahme, daß diese Magnesia durch Wasser beigeführt worden sei. Mag die Art und Weise dieser Beifuhr auch eine gar verschiedene gewesen sein — man kann sich auf Grund chemischer Experimente einen dreifachen Vorgang denken, wie dies geschah — und mag insbesondere, wie wir an einem andern Ort ausgeführt, die Dolomitisierung ganzer Gebirgsstöcke, wie dies in den Alpen (Südtirol) vorkommt, noch manches Rätselhafte und große Schwierigkeit

der Erklärung bereiten: so viel ist jedenfalls sicher, daß Mineralwasser, welche gelöste Bittererde in den ursprünglichen Kalk einführten, dessen Umwandlung in Dolomit veranlaßt haben und noch veranlassen.

Ähnlich ist es bei der Umwandlung des Anhydrits (wasserlosen schwefelsauren Kalks) in Gips (wasserhaltigen schwefelsauren Kalk) zugegangen. Ja hier ist der Prozeß noch weit einfacher, um so mehr, als er sich oft genug noch heute vor unsern Augen abspielt. Die Tagwasser sickern in Spalten und Klüfte unserer Anhydritgebirge ein; so wandelt sich der Anhydrit, soweit die Wasserbeifuhr hinunterreicht, von selbst in Gips um, der ja nichts anderes ist als wasserhaltiger Anhydrit. Und in der That kann man oft genug beobachten, daß unsere Gipsstöcke in einer gewissen Tiefe (bis wohin das oberirdische Wasser noch nicht gedrungen ist) aus reinem Anhydrit bestehen.[1])

Auch der Serpentin ist in diesem Sinne als ein Umwandlungsprodukt zu betrachten. Gesteine, welche reich an Magnesiasilikaten sind, besonders an Olivin, gehen nach und nach in reinen Serpentin (wasserhaltige kieselsaure Magnesia) über. Es kommen hier hauptsächlich Olivingesteine, welche sehr häufig mit Gabbros eng verknüpft auftreten, in Betracht; doch hat man auch beobachtet, daß Serpentin aus Hornblendegesteinen hervorgeht.

Eine andere Art der Metamorphosierung von Gesteinen wird durch vulkanische Dämpfe herbeigeführt, In allen vulkanischen Gebieten entströmen den Spalten und Klüften des Bodens verschiedene (saure) Gasarten, hauptsächlich Kohlensäure, Schwefelwasserstoff, schweflige Säure u. dgl.

Kommen zu diesen, wie häufig genug, heiße Quellen hinzu, die Wasserdämpfe entsenden, so werden die Wirkungen dieser Vorgänge natürlich noch verstärkt. Letztere aber bestehen hier hauptsächlich darin, daß ursprünglich harte und feste Gesteine in zerreibliche, erdige und poröse Gebilde, oft in förmliche Tuffmassen umge-

---

[1]) Für die neuerdigs von Dr. Kosmann aufgestellte Hypothese, wonach der entgegengesetzte Prozeß stattgefunden und Gips sich in Anhydrit umgewandelt haben soll, können wir uns nicht erwärmen, da die Natur hiefür keine thatsächliche Handhabe zu bieten scheint.

wandelt, und daß meist auch ihre Farben völlig verändert werden (die dunkle, oft schwarze Lava wird gebleicht und erhält eine gelbliche, oft sogar schneeweiße Färbung.)

Von den zahlreichen Neubildungen, welche unter Mitwirkung vulkanischer Gase entstehen, sind für uns nur wenige von Interesse. Wohl eines der wichtigsten Produkte dieser Art ist der Alaunstein, welcher aus feldspatreichen Laven durch Einwirkung von schwefliger Säure hervorgeht. So sind die berühmten Lager von Tolfa bei Civitavecchia in Italien durch Zersetzung von Trachyten entstanden. Kohlensaurer Kalk geht bei diesem Prozeß in schwefelsauren Kalk über; z. B. ist in einer Grotte auf der Insel Lipari auf solche Weise aus Kalkstein der schönste Alabaster (Gips) geworden. Werden in derart umgewandelten Silikatgesteinen die leichter löslichen Sulfate ausgelaugt, so bleibt zuletzt mehr oder weniger reiner Thon zurück. So sind die mächtigen Palagonittuffe auf Island in bunte und weiße Thone übergegangen. Auch im Krater des Vesuv und an der Solfatara bei Neapel zeigen sich ähnliche Erscheinungen.

Eine dritte Art von Gesteinsmetamorphose rufen manchmal Kohlenbrände hervor, nur wird hier natürlich bloß die unmittelbare Umgebung, hauptsächlich die Decke und die Sohle (das „Hangende" und „Liegende" bergmännisch ausgedrückt) eines solchen in Brand geratenen Kohlenflözes davon beeinflußt. Auch ist hier einzig und allein die Erhitzung der Faktor, der die Veränderungen hervorruft.

Diese bestehen hauptsächlich darin, daß Sandstein und Thone durch solche Erdbrände gerötet, gebrannt, geschmolzen, gefrittet, verschlackt, manchmal sogar verglast und in Porzellanjaspis umgesetzt wurden, ganz wie wir ähnliche Vorgänge beim Brennen von Backsteinen in unsern Ziegelöfen wahrnehmen. Beispiele derart in der Natur zeigen verschiedene, zum Teil seit Jahrhunderten brennende Flöze auch unserer deutschen Stein- kohlen- und Braunkohlenlager; so bei Dudweiler in der Nähe von Saarbrücken, bei Zwickau in Sachsen, Epterode in Hessen, Bilin und Karlsbad in Böhmen und an anderen Orten.

Endlich werden Gesteinsumwandlungen durch Eruptivmassen hervorgerufen, und zwar sind dies sogar die häufigsten und bekanntesten hieher gehörigen Erscheinungen, die sog. Kontakt-

metamorphosen. Schon der Name (Kontakt, d. h. „Berührung“) besagt, daß auch hier nur an den Rändern der betreffenden, von feuriger Glutmasse durchbrochenen Gesteine solche Veränderungen beobachtet werden können, und daß dieselben ebenfalls lediglich von der starken Erhitzung herrühren. Da wir aber davon an einem andern Ort schon sprachen (vgl. S. 22), so wollen wir hier nur nochmals kurz die Hauptveränderungen zusammenfassen, die sich auf diese Weise ergeben.

Kalksteine und Thone werden bei einem solchen Vorgang häufig gebrannt, gerötet oder geschwärzt, Sandsteine werden geröstet, gefrittet und verglast, gewöhnlicher Kalk wird in zuckerkörnigen „Marmor“ übergeführt, Kohlen (Stein- und Braunkohlen) werden in Koks verwandelt, oder erhalten sie, wie dies auch bei andern Gesteinen vorkommt, eine säulenförmige Absonderung u. dgl. An Beispielen dieser Art fehlt es in der Natur nirgends, und zwar sind solche sämtlichen Eruptivgesteinen zu entnehmen vom Granit und Porphyr an bis zum Basalt und zur Lava der Gegenwart. Um nur wenigstens einzelnes anzuführen, sei an den Meißner in Hessen erinnert, dessen Braunkohlenflöz von einer Basaltdecke überlagert ist. Da sieht man nun ganz deutlich, wie sich an der Berührungsstelle, und zwar in ganz bestimmten Entfernungen vom Basalt aus, die Braunkohle zuerst in eine metallisch glänzende, anthrazitartige, dann in stengelig abgesonderte Glanzkohle, weiter in bröcklige glasglänzende Pechkohle und zuletzt in dichte, dunkle Schwarzkohle umgewandelt hat.

Der Buntsandstein dagegen (Wildenstein bei Bödingen), und der Quadersandstein (Kreideformation bei Zittau) nahm in der Nähe von Basaltgängen eine prismatische Absonderung an, ähnlich dem Säulenbasalt, und ganz so, wie man dies öfters schon beobachtete bei den Gestellsteinen in Hochöfen.

Wie derartige Kontaktmetamorphosen auch heute noch vorkommen, zeigt eine Stelle auf der Insel St. Jago am Grünen Vorgebirg, wo durch einen Lavastrom ein noch ganz junger Kalkstein in den schönsten zuckerkörnigen Marmor übergeführt ward. Und daß ganz dieselben Dinge schon in den allerältesten Zeiten sich zutrugen, das beweist z. B. das Kontaktverhältnis von Granit

und silurischen Kalk- und Thonschichten am Konnerudberg bei Christiana in Norwegen. Auch dort sind die Kalke von dem sie durchbrechenden Granit in zuckerkörnige Massen, die Thonschiefer dagegen in kristallines Schiefergestein umgesetzt worden. Bei dem jeweils in Zuckerkorn umgewandelten Kalk ist dann das weitere zu beobachten, daß die Masse, um so grobkörniger wird, je näher der Kalkstein der betreffenden Wärmequelle liegt. Dies zeigen z. B. die Kalke am Adamello, die dort mit Tonaliten (einem quarzführenden Glimmerdiorit, also ausgesprochenem Tiefengestein) in Berührung kommen. Dasselbe beobachtet man bei den Kalkblöcken der Somma am Vesuv. Derartige Beispiele ließen sich aber noch verdutzendfachen, wie uns. beigegeb. Fig. 7 aus dem

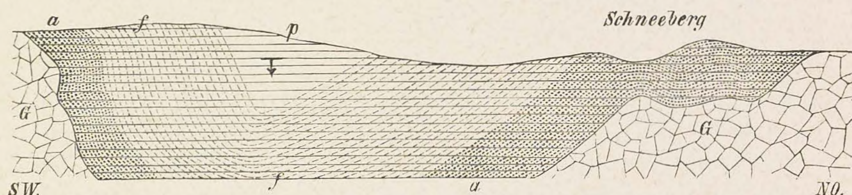


Fig. 7. Kontakt zwischen Granit (g), der die Phyllite (f) durchbrochen und an der Berührungsstelle (a), in kristallinische Schiefer umgewandelt hat. (Schneeberg am Erzgebirge.)

Erzgebirge zeigt. An dem letztgenannten Platze wirkte die glutflüssige Granitmasse auf das umgebende Sedimentgestein mindestens 70 m weit ein, an andern Orten handelt sich's nur um 30—40, manchmal sogar nur um 0,5—8 m, ja in recht vielen Fällen nimmt man an solchen Kontaktstellen gar keine Veränderung wahr. Das Wirkungsgebiet kann aber sogar bis auf eine Ausdehnung von 4000 m anwachsen. Im allgemeinen gilt hier der Satz: Tiefengesteine zeigen große, Ergußgesteine kleine Kontaktwirkungen.

Im übrigen hängen diese Verschiedenheiten auch damit zusammen, ob jeweils nur die Hitze gewirkt hat, oder ob nicht auch Heißwasserdämpfe und allerlei darin gelöste Mineralsubstanzen mit im Spiel waren.

Immerhin handelt es sich bei den sämtlichen, bisher besprochenen Umwandlungserscheinungen stets nur um mehr oder weniger lokale Vorkommnisse, was auch im allgemeinen von der durch

Gebirgsdruck oder Bewegung erzeugten Metamorphose jüngerer Gesteine gelten mag. Eine solche wird, wie später noch gezeigt werden soll, heutzutage auch für die Bildung der kristallinen Schiefer (Gneis, Glimmerschiefer, Phyllit, Urthonschiefer ꝛc.) angenommen. Nur haben wir es hier nicht mehr mit einer lokalen Erscheinung zu thun, vielmehr handelt es sich dabei um große Massen von Gesteinen, welche z. B. in Nordamerika einen Schichtenkomplex von mehr als 30 000 m Mächtigkeit erreichen: die sogen. laurentischen und huronischen Gebilde, welche eben aus Gneis und Urthonschiefer bestehen. Es drängt sich uns hier die Frage auf: Wie und wodurch sollen solche Massen aus ursprünglichen Kalk- oder Thonniederschlägen ihr kristallines Gefüge erhalten haben?

Die Gelehrten sind darüber bis heute selbst nicht einig und haben schon die verschiedensten Theorien aufgestellt. Nach den einen soll von dem damals noch heißflüssigen Erdinnern aus eine Anwärmung unserer jetzigen kristallinen Schiefer stattgefunden haben (man nennt das plutonischen Metamorphismus), nach den andern wäre diese Umwandlung dadurch vor sich gegangen, daß Sickerwasser von der Oberfläche aus in jene Massen eingedrungen wären, Wasser, in denen aber allerlei Säuren und mineralische Stoffe aufgelöst waren und die daher jene umwandelnde Wirkung verstärkten (sog. hydrochemischer Metamorphismus).

Wieder andere glauben an der ursprünglich kristallinischen Entstehungsweise dieser Schiefer festhalten zu sollen, und wirklich scheinen auch manche Gründe für diese letztere Ansicht (Lepsius) zu sprechen. Man kann sich's immerhin vorstellig machen, wie auf der erstmaligen Erstarrungskruste des Erdballs unter dem ungeheuren Druck der damaligen Atmosphäre überhitztes Wasser sich ausbreitete, das, jener Schlackenkruste das Material entnehmend, zuerst den Gneis, dann, als es sich mehr und mehr abkühlte, den Glimmerschiefer, Talk-, Chlorit-, Hornblendeschiefer, wieder in einer späteren Zeit den Urthon- und zuletzt den gewöhnlichen Thonschiefer absetzte.

Damit kommen wir bereits zur Darlegung derjenigen Theorie, welche gegenwärtig die meisten Anhänger haben dürfte. Die Wissenschaft bezeichnet sie als Dynamometamorphose, d. h. Umwandlung durch Druck, und zwar starken und raschwirkenden Druck, wie er z. B. bei der Auffaltung der Kettenbirge statt haben mußte.

Dadurch wurden relativ junge Gesteine sowohl sedimentären, als auch vulkanischen Ursprungs in solche verwandelt, welche sich von entsprechenden kristallinen Schiefern und Phylliten nur wenig mehr unterscheiden.

Im Gegensatz zu dieser Veränderung durch raschen Druck denkt man bei der Bildung der kristallinen Schiefer an sehr langsam, aber zugleich sehr lang einwirkende Druckerscheinungen auf sehr alte Gesteine. Man redet dann hier von Regionalmetamorphose, die aber beim Licht betrachtet nur eine bestimmte Art von Dynamometamorphose, d. h. eben auch das Resultat einer Druckwirkung ist. Nur darf man nicht vergessen, daß durch solche Druckkräfte sowohl Eruptiv- als auch Sedimentgesteine in kristalline Schiefer umgewandelt werden können und thatsächlich umgewandelt wurden.

In den Alpen, z. B. im oberen Aarethal bei Innertkirchen, findet man z. B. öfters große Massen eines gneisartigen Gesteins, von dem aber jetzt nachgewiesen ist, daß dasselbe ursprünglich Granit war und infolge der Auffaltung des Gebirges und des dabei wirkenden Drucks schiefriges Gefüge bekam.

In jedem Fall legt uns die Betrachtung all dieser Vorgänge den Gedanken nahe, daß wir mit langen, ungeheuer langen Zeiträumen werden zu rechnen haben, um uns das Sosein der Erdoberfläche und ihrer Gesteine in ihren gegenwärtigen Zustand vorstellig zu machen. Und am besten gehen wir auch bei Besprechung dieser Frage von Prozessen aus, wie sie sich noch jetzt vor unsern Augen abspielen.

Man betrachte einmal in den Alpen eine der vielen „Klammen“ oder Gebirgsschluchten, in welchen die tosenden Gletscherbäche herabströmen. Da kann doch kein vernünftig denkender Mensch auch nur einen Augenblick im Zweifel sein, daß diese Rinnen, die oft hunderte von Metern tief und ins härteste Gestein eingenagt sind, lediglich der auswaschenden und abschleifenden Thätigkeit des Wassers ihr Dasein verdanken. „Gutta cavat lapidem“, heißt's auch hier, „der Tropfen höhlt den Stein aus“, „non vi, sed saepe cadendo“ (durch fortgesetzte allmähliche Einwirkung).

Und wenn auch gerade bei den angeführten Erscheinungen nicht bloß langsames, aber fortgesetztes Tropfenfallen, sondern gar oft gleichzeitig große und gewaltig wirkende Wassermassen, also unge-

heure Kräfte in Betracht kommen, so lege man sich doch einmal Fragen vor wie diese: Wie lang mag's wohl gedauert haben, bis die Schöllenenschlucht bei der Teufelsbrücke von der Reuß, die gewaltige Klamm hinter Meyringen von der Aare durchnagt war, wie lange, bis der Niagara die Felsenbarre, die seinen Fall erzeugt, bis zum gegenwärtigen Stand durchsägt, bis der Colorado sein manchmal gegen 1000 m tiefes Bett mit fast senkrechten Wänden (die sog. „Cañons" in Kalifornien) ausgewaschen hatte?

Ein paar Abbildungen aus der Natur über verschiedene derartige Erosionserscheinungen, die wir deshalb hier einfügen, werden in dieser Beziehung ohne Zweifel wieder deutlicher sprechen, als wir

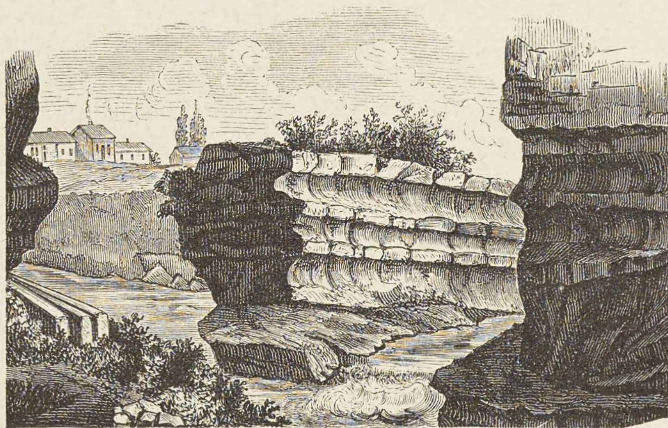


Fig. 8. Perte du Rhône bei Bellegarde (unterhalb Genf).

es mit noch so vielen Worten sagen könnten. Man betrachte z. B. einmal unsere Fig. 8, welche den Zusammenfluß der Rhone und Valserine bei Bellegarde (8 Stunden unterhalb Genf) darstellt. Die beiden Flüsse haben hier in ein weiches Kalk-(Kreide-)gestein gewaltige Schluchten eingenagt, ja die Rhone ist früher an dieser Stelle sogar eine ziemliche Strecke weit unterirdisch geflossen (Perte du Rhône). Unsere Abbildung zeigt die Lokalität, die wir selbst des öfteren besucht haben, sehr gut.

Einen ähnlichen Vorgang stellt Fig. 9 (S. 41) dar: ein Erosionsthal bei Purullena in Südspanien, das im kleinen ganz dasselbe ist, was die großen Cañons in Kalifornien. Hier wie dort

hat sich das Wasser nach und nach in das (weichere oder härtere) Gestein eingefressen, bis das Thal (das wie alle Thäler noch jetzt fortwährend nach rückwärts fortschreitet) mit seinen beiderseitigen steilen Wänden ausgenagt war.

Ein wenig anders liegt die Sache bei den 3 weiteren Bildern, die wir hier einreihen. Handelt es sich doch hier weniger um Auslaugung durch (fließendes) Wasser als vielmehr um allmähliche Erosion durch die Atmosphärilien (Wechsel von Kälte und Wärme,



Fig. 9. Rand eines großen Diluvialbeckens bei Purullena in Spanien, nordwestlich von der Sierra Nevada.

chemische, physikalische und mechanische Einwirkungen, wobei aber das Wasser [Regen, Tau, Schnee 2c.] selbstverständlich auch eine wesentliche Rolle mitspielt). Man sehe sich in dieser Hinsicht Fig. 10, Fig. 11 u. Fig. 12 (auf S. 42, 43 u. 44) an, so kann man für die Bildung dieser seltsamen Nadeln, Zinnen und Felsenzacken, wie sie überall in unsern Gebirgen vorkommen, gar keine andere Erklärung geben als die, daß das ursprünglich e i n e Masse bildende Gestein allmählich in der genannten Weise ausgelaugt und zerfressen wurde. Daß derartige Erscheinungen besonders gern im Sandstein (Fig. 10

„Herkulessäulen" in der sächsischen Schweiz, d. h. aus dem Quadersandstein der dortigen Kreideformation) vorkommen, liegt in der Natur der Sache.

Fast ebenso stark wird aber auch der Kalk und namentlich der Dolomit zernagt; wir erinnern nur an die berühmten Zacken und Zinken in den Dolomiten, die „Karrenfelder" in den Kalkalpen, aber auch an den fränkischen und schwäbischen Jura („fränkische Schweiz" bei Muggendorf, „Felsenthal" bei Eybach, „Wendthal" bei Stein-

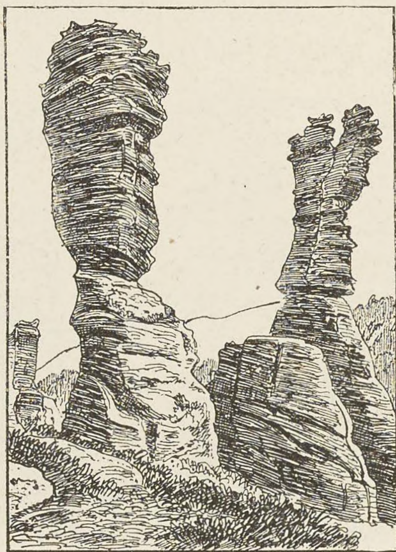


Fig. 10. Die „Herkulessäulen" aus der sächsischen Schweiz.

heim 2c.) und weisen zugleich auf unsere Fig. 11 hin, die derartige Dolomitfelsen zeigt (man denke etwa an das Schloß Werenwag im oberen Donauthal).

Indes selbst hartes Urgestein wie Granit, Porphyr u. dgl. wird im Lauf der Jahrtausende ähnlich ausgefressen, wie Fig. 12 in den sog. „Mädelsteinen" des Riesengebirgs zeigt, und wie wir ganz ähnliche Vorkommnisse im Schwarzwald, im Fichtelgebirg oder im Eisackthal bei Bozen beobachtet haben. Daß natürlich auch der Wellenschlag des Meeres und die Brandung desselben an den Küsten

die nämlichen Gebilde, und zwar bei allen, selbst den härtesten Gesteinen, hervorbringt, werden wir kaum erst zu sagen brauchen.

Man denke z. B. an die Insel Helgoland, die Stubbenkammer auf Rügen, die Kreideklippen an der Südküste Englands, die Kalkriffe und Höhlen am Ufer von Sorrent, der Insel Capri ꝛc.

In den regenlosen Wüsten der heißen Länder (Sahara, Gobi ꝛc.) spielt dann eine ähnliche Rolle der Wind, der den Sandstaub mit solcher Gewalt an die Felsen bläst, daß hier Gebilde entstehen, wie bei uns durch atmosphärische oder durch Wasserauslaugung.



Fig. 11. Dolomitfelsen.

Und das alles ist, wenn auch nicht in historischer, so doch in derjenigen Zeit vor sich gegangen, die wir der allerjüngsten Erdperiode zuweisen müssen, und die heute noch fortgeht.

Oder man mache sich klar, daß die Alpen einst, als sie emporgehoben wurden, wie man jetzt allgemein annimmt, um $^1/_3$, oder sagen wir auch nur um $^1/_4$ höher waren als heutzutag, daß also seitdem alle Gesteinsmassen, die einst dieses obere Drittel oder Viertel bildeten, in die Thäler geführt, ja daß diese Thäler selbst durch Auswaschung erst geschaffen worden sind, wie sich denn auch ganz neue, mächtige

Gebirgsstöcke am Fuß dieser Alpen aus deren Schottermaterial wieder aufgebaut haben (z. B. der Rigi, der Pfänder, die ganze Hügellandschaft Oberschwabens, die aus „Nagelfluhe“ d. h. durch natürliches (kalkiges) Bindemittel verfestigten alpinen Geröllen bestehen): wie lange muß das angestanden sein? Und doch auch dieser Vorgang liegt, geologisch betrachtet, noch gar nicht weit

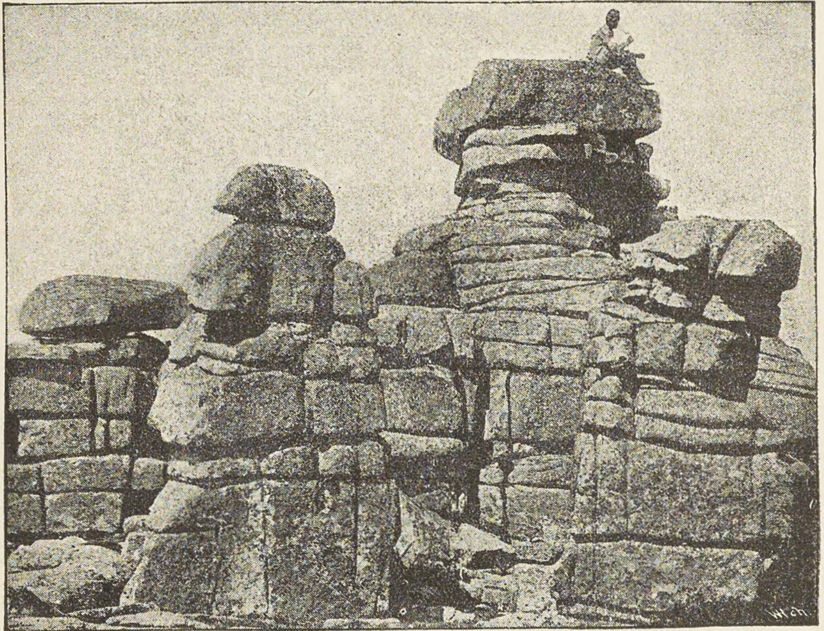


Fig. 12. Die „Mädelsteine“ im Riesengebirge.

hinter uns; denn er fand erst während der Tertiär- und Diluvialzeit statt.

Weiter: untersuchen wir einmal, wie lange es dauert, bis unsere Seen und Meere auf ihrem Grund unter normalen Verhältnissen eine Schlammschicht, wir wollen sagen, auch nur von 1 m abgesetzt haben. Sicherlich tausende von Jahren mögen darüber hingehen. Und nun haben wir in unsern Sedimentgebirgen Kalk- und Thonbänke über einander geschichtet in einer Gesamtmächtigkeit nicht bloß von 50 und 100, sondern manchmal von mehreren

1000 Metern, und zwar einer und derselben Formation (also etwa dem Jura oder dem Tertiär) angehörig, so daß gar kein Zweifel darüber sein kann: diese Schichten wurden in ununterbrochener Aufeinanderfolge in einem und demselben, sagen wir etwa dem Jura-Meer, abgesetzt: welche Zeiträume setzt das voraus auch nur für eine einzige unserer Erdperioden?

Oder: man nehme den nächsten besten Bergkristall, meinethalb auch eine Achatdruse mit ihren dutzenden von Farbenringen in die Hand und lasse sich von dem nächsten besten Chemiker sagen, wie lange es wohl braucht, bis auch nur ein einziger solcher Streifen sich gebildet oder ein kleines Kriställchen von im Wasser gelöster Kieselsäure sich angesetzt hat. Und nun besitzen wir solche Quarzkristalle von Meterlänge und von dem Durchmesser eines Schenkels: welche Zeiten mußten vergehen, bis das so geworden ist? Oder — doch was bedarfs weiterer Beispiele, deren wir ja noch hunderte anführen könnten, und die alle unzweifelhaft bestätigen, daß unsere Erde alt, sehr alt ist, und lange, für unsere menschlichen Begriffe geradezu unendlich lange Zeiträume schon durchlaufen hat, bis sie so geworden ist, wie wir sie jetzt sehen.

Die Versteinerungen.

Nur an die Petrefakten oder Versteinerungen möchten wir hier noch erinnern, d. h. an die Reste der Pflanzen und Tiere, die einst auf der Erdoberfläche gelebt haben, sodann im Schoß derselben während langer Zeit zu Stein geworden sind und jetzt von uns aus den Kalk-, Sand- oder Thon-Lagern unserer (Sediment-) Gebirge wieder herausgeklopft werden. Eine genauere Untersuchung derselben hat zweifellos ergeben, daß diese einstigen Lebewesen keineswegs mit einander und zu gleicher Zeit die Erde bewohnt haben, also auch nicht gleichzeitig untergegangen sind, etwa, wie man früher meinte, in den Wogen der Sündflut; daß sie vielmehr sehr verschiedenen Perioden angehören, die einander ablösten und von denen jede einzelne eine ungemessene Zahl von Jahren und Jahrhunderten gedauert hat.

Ebenso ist über allen Zweifel erhaben, daß diese Tiere und

Pflanzen (einzelne Ausnahmen abgerechnet) nicht, wie man ebenfalls früher meinte, irgend einer, plötzlich über unsere Erde hereingebrochenen Katastrophe (z. B. einer großen Flut, einem Erdbeben 2c.) zum Opfer gefallen sind, so zwar, daß wohl gar das gesamte Leben auf unserem Planeten wäre vernichtet worden, und der Schöpfer jedesmal ein neues wieder hätte ins Dasein gerufen. Derartige Anschauungen sind längst und mit vollem Recht als veraltet und kindisch aufgegeben. Hat ja doch eine richtige Forschung dargethan, daß im großen und ganzen auch in den früheren Perioden alles so glatt und ruhig und nach denselben Gesetzen verlief wie noch heute, daß, nachdem überhaupt einmal Leben auf Erden aufgetreten war, dasselbe niemals und nirgends mehr völlig verschwand, vielmehr sich in stufenmäßigem Fortschritt und in ununterbrochener Kette vom Niederen zum Höheren weiter entwickelte.

Dies der Grund, weshalb wir heutigen Tags auf unserem Planeten die höchsten und vollkommensten Geschöpfe haben, die aber auf den Schultern all ihrer Vorgänger bis auf die ersten zurück, und mit allen in lebendigem, ja wohl genetischem Zusammenhang stehen. Auf Grund dieser Thatsachen hat man sodann verschiedene solche Perioden oder „Zeitalter" der Erde oder, wenn man ihre uns erhaltenen Ablagerungen ins Auge faßt, verschiedene Formationen auseinandergehalten; und hiezu haben eben in erster Linie die Petrefakten das Material geliefert. Ist es doch Thatsache, daß man in den ältesten dieser „Formationen" (Gesteinsbildungen) meist Spuren von Tieren und Pflanzen trifft, die zu den allerniedersten im zoologischen und botanischen System gehören, wogegen die späteren und jüngeren Gesteine Formen einschließen, die sich der jetzigen Lebewelt schon mehr nähern, die allerjüngsten Schichten aber die Reste von Tieren und Pflanzen enthalten, welche den jetzt lebenden beinahe aufs Haar gleichen, manchmal sogar sich überhaupt nicht von ihnen unterscheiden lassen. Und umgekehrt wieder lassen uns die jeweiligen Funde solcher Versteinerungen den sicheren Schluß ziehen auf das (ungefähre) Alter der betreffenden Gesteinsschichten, denen wir sie entnommen haben.

Klopfen wir beispielsweise aus irgend einem Kalkstein ein Ammonshorn d. h. einen echten Ammoniten heraus, so wissen wir nach dem Stand unserer heutigen Kenntnisse sicher, daß der Träger

dieser Schale dereinst während des sogenannten „Mittelalters“ der Erde auf ihr gelebt; je nach der Gattung und Gruppe, der das Stück angehört, können wir sogar noch bestimmter sagen, daß er entweder zur sogen. Kreide- oder Jura- oder auch schon zur Trias-zeit sein Dasein geführt haben muß.

Die Wissenschaft, die sich mit diesen Fragen beschäftigt, heißt die Geologie oder Erdgeschichte, beziehungsweise Palaeontologie („Lehre von den einstigen Lebewesen“); und da es, wie uns dünkt, für jeden, der sich für Gesteinsarten auch nur eine oberflächliche und laienhafte Kenntnis verschaffen will, unerläßlich ist, daß er wenigstens die geologischen Grunbgedanken und Hauptthatsachen sich eingeprägt hält, so erachten wir es für angezeigt, im nächsten Kapitel auch hierüber noch einen kurzen Überblick zu geben.

Kapitel IV.

Entstehung und geschichtliche Entwicklung unserer Erdkruste bis zur Gegenwart.

Dies kann am besten nachgewiesen werden an der Hand der sogen. Formationen, die der Reihe nach über die Erde gegangen sind und ihre Daseinsspuren eben in den Gesteinen ihrer jeweiligen Bildungszeiten uns hinterlassen haben.

Es liegt in der Natur der Sache, daß man solcher Formationen mehr oder weniger zählen kann; es handelt sich nur darum, wie man zählt, d. h. ob man größere oder kleinere Gruppen zusammennimmt. Glücklicherweise kommt's aber hier auch auf Zahl und Namen gar nicht wesentlich an; und wenn daher die verschiedenen Handbücher der Geologie in dieser Hinsicht gewaltig auseinander gehen, so macht das für die Sache selbst sehr wenig aus. Doch hat man sich neuerdings gewöhnt, von 3 Hauptperioden zu reden betreffend die Entwicklungsgeschichte der Erde, heißt das von da an, wo man das Auftreten lebender Wesen auf ihr nachweisen kann. Man pflegt in dieser Hinsicht von der alten

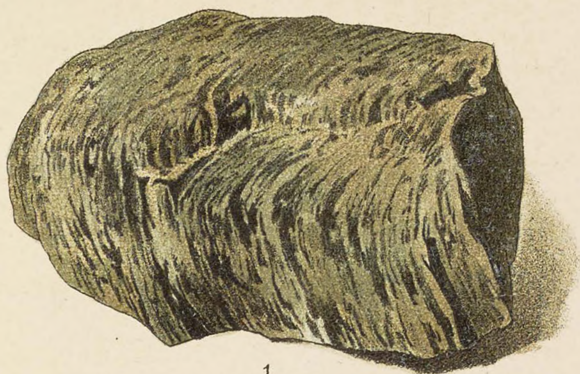
Zeit, vom Mittelalter und von der Neuzeit unserer Erde zu reden und drückt das eben im Hinblick auf die jeweils darin vorkommenden Lebewesen der Einfachheit halber mit dem griechischen Wort paläozoisch (Zeit des alten Lebens), mesozoisch (Zeit der mittelalterlichen Lebewesen) und kaenozoisch (Zeit der neueren und jetzt noch lebenden Geschöpfe) aus.

Die Formationen.

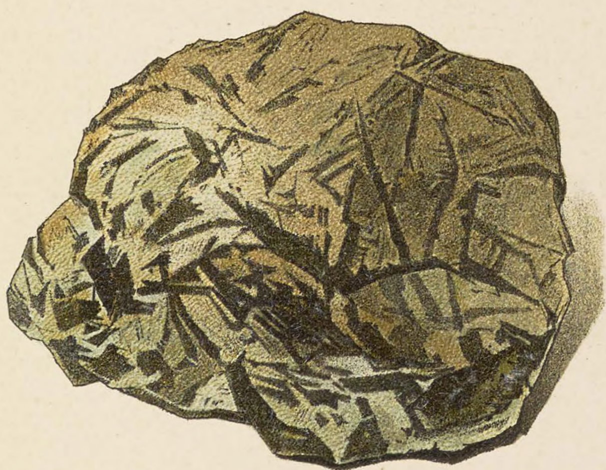
So hätten wir also zunächst 3 große Zeit- oder Weltalter, in welche sich die Erdgeschichte verteilt, seit lebende Wesen auf ihr sich finden. Nun ist aber nicht bloß die Annahme wahrscheinlich, sondern wird auch durch eine Reihe weiterer, eigenartiger Sedimentschichten zur Gewißheit erhoben, daß lange, bevor Leben auf Erden sich zeigte, Wasser- und Feuergesteine gebildet wurden, und so kommt zu jenen dreien noch ein weiteres, viertes Zeitalter hinzu, geht beziehungsweise denselben voran, das ist die sogenannte archäische oder „uralte“ Periode, eine Zeit, während welcher jedenfalls das Wasser bereits sein Spiel trieb, vielleicht auch die ersten Lebenskeime sich schon entwickelten; nur daß dieselben keine Spur von sich zurückließen, teils weil jene ersten Geschöpfe wahrscheinlich nur aus weichem Stoff bestanden, der selbstverständlich völlig wieder zu Grund ging, teils weil die ursprünglich vorhandenen und erhaltungsfähigen Reste (Schalen oder Skelette) bei der späteren Umwandlung der sie umhüllenden Gesteine völlig zerstört wurden.

Außerdem lassen sich wenigstens die 3, kurzgesagt „Lebenszeitalter“ selbst wieder in Unterabteilungen bringen, die je nach Neigung und Bedürfnis des betreffenden Forschers vermehrt oder vermindert werden können. Wir wollen einmal die erste dieser Perioden wieder in fünf Glieder spalten, die zweite in drei und die letzte in zwei, so bekommen wir dann im ganzen die leichtbehältliche runde Zahl „10“. Diese, sagen wir 10 Formationen aber sollte jeder, der sich mit Geologie abgiebt, als unentreißbares Eigentum im Kopf haben, und zwar so, daß es nicht bloß toter Gedächtnisstoff für ihn ist und er die Namen der Reihe nach pünktlich hersagen kann, sondern daß ihm sofort bei jedem Namen auch die Umrisse und der Charakter der betreffenden Erdperiode, die der Name bezeichnet, vor der Seele stehen. Diese 10 Namen, die wir

Tafel II.



1.



2.

1. **Gneis** (vom bad. Schwarzwald). — 2. **Strahlstein** (im Glimmerschiefer).

dann gleichzeitig mit den 3 Hauptperioden in Verbindung bringen, wären folgende:

I. paläozoische Zeit.

1. Kambrium, 2. Silur, 3. Devon, 4. Carbon (Steinkohle), 5. Dyas (oder Perm).

II. mesozoische Zeit.

6. Trias, 7. Jura, 8. Kreide.

III. kaenozoische Zeit.

9. Tertiär, 10. Quartär (Diluvium und Alluvium).

Absichtlich nehmen wir unter Nr. 10 die beiden jüngsten Formationen zusammen, weil schon in der Diluvialzeit das Dasein des Menschen nachgewiesen ist, mit dem Auftreten dieser „Krone der Schöpfung" auf unserem Planeten aber allerdings eine ganz neue Phase desselben beginnt. Dagegen könnte man die „Tertiärzeit" (Nr. 9) in zwei Perioden spalten, was bei der offenbar ungemein langen Gesamtperiode auch ganz wohl angeht. Man muß das dem betreffenden Forscher überlassen, und es ist in der That eine Art Geschmackssache, wie jeder gruppieren und zählen will. Sind ja doch die einzelnen Perioden, die Haupt- wie die Unterabteilungen, überhaupt nicht in der Art von einander zu trennen, wie es unser schablonenhaftes Zahlensystem uns nahezulegen scheint. In Wahrheit und wie sich bei Betrachtung der Dinge in der Natur selbst deutlich zeigt, geht stets die eine Formation unmerklich in die andere über; denn „die Natur macht keine Sprünge" und hat nie solche gemacht.

Bleiben wir also bei der vorhin gegebenen Zehnteilung stehen bezüglich der 3 Hauptperioden, lassen wir aber gleichzeitig dem oben Gesagten gemäß noch eine vierte, die archäische, vorangehen, so kommen wir, wenn wir nun eine ganz kurze Übersicht über jede einzelne derselben geben wollen, zu folgender Charakterisierung dieser verschiedenen Zeiträume.

I. Erstes Zeitalter der Erde oder die archäischen Formationen. (Uralte Zeit.)

Die während dieser Zeit auf der Erdoberfläche gebildeten, und zwar ohne Zweifel zum Teil im Wasser abgelagerten Gesteine sind

die sogen. kristallinen Schiefer, die man wieder, und zwar auch zeitlich in Gneis, Glimmerschiefer und Urthonschiefer (sogen. „Phyllite") auseinander legen kann, so nämlich, daß erstere die ältesten, letztere die jüngsten wären. Während der Bildung dieser letzteren, der sogen. Phyllite, dürfte denn auch erstmals das Leben auf unserem Erdball aufgetaucht sein, nur daß seine Anfänge in wahrscheinlich ewiges Dunkel für uns gehüllt bleiben. Zur Zeit, da Gneis und Glimmerschiefer (nebst dessen Verwandten) sich bildeten, war dagegen die Temperatur auch des Wassers, aus dem die damaligen Sedimentgesteine sich absetzten, vielleicht noch so hoch, daß ein lebendes Wesen kaum darin existieren konnte.

Dagegen unterliegt es keinem Zweifel, daß auch damals schon, d. h. im archäischen Zeitalter so gut wie in allen folgenden, gleichzeitig mit der Bildung von Wassergesteinen eine solche von Feuergesteinen stattgefunden hat. Denn während die Wasser ihre Niederschläge auf dem Grund absetzten, öffneten sich anderwärts und gleichzeitig mit jenen Sedimentbildungen, ganz wie noch heute, Spalten in der Erdrinde, aus welcher (plutonische) Massen hervorquollen, die wir nun zusammen mit den Sedimentgesteinen da und dort antreffen.

Diese haben dann auch vielfach zur Metamorphosierung (Umgestaltung) jener ältesten Sedimentgesteine mit beigetragen. So mögen insbesondere die Gneise als Erzeugnis sowohl von Sediment- wie von Eruptivgesteinen betrachtet werden. In jedem Fall sind sie die ältesten Gesteine der archäischen Zeit. Erst nach ihnen entstanden die Glimmerschiefer und wieder um ein gut Teil später bildeten sich die Phyllite (Urthonschiefer), in welche, wie wir vorhin schon andeuteten, wahrscheinlich zugleich die Anfänge des Lebens auf unserem Planeten zu versetzen sind.

Wann und wo dieses erste Leben aufgetreten ist und wie das erste organische Wesen ausgesehen hat, wird wohl immer ein Geheimnis bleiben. Man nimmt gegenwärtig an, daß sich in einer bestimmten Tiefe jener (warmen) Urmeere zuerst „Organismen ohne Organe" gebildet haben d. h. niederste Lebewesen, die man weder zu den Tieren noch zu den Pflanzen rechnen kann.

Gleichzeitig mag hier beigefügt werden, daß nach dem heutigen

Stand der Wissenschaft die Dauer dieser archäischen Zeit als sehr lang angenommen werden muß. Man glaubt, daß die Bildung der kristallinen Schiefer eine längere Zeit in Anspruch nahm, als alle 3 folgenden Zeitalter der Erde zusammen, wird doch die Mächtigkeit dieser Schiefer auf 30—40000 m geschätzt.

Wenn wir nun zur Charakterisierung von ersteren übergehen, die recht eigentlich „Lebenszeitalter" genannt werden können, weil hier erstmals deutliche Spuren von Lebewesen von uns beobachtet werden, so beginnen wir diese Reihe, vor allem die aufsteigende Entwicklung der Lebewesen ins Auge fassend, mit dem

II. Zweiten Zeitalter der Erde oder den paläozischen Formationen (Zeit des alten Lebens).

Diese Hauptperiode teilt sich dann wieder, wie oben schon angegeben, in 5 Untergruppen: die Zeit 1) des Kambrium, 2) des Silur, 3) des Devon, 4) der Steinkohle (Carbon)*) und 5) des Perm (oder der Dyas).

Im großen und ganzen können wir diese Gesamtperiode als die Blütezeit der Algen und Gefäßkryptogamen in der Pflanzen-, und der alten Korallen, Seelilien und Krebse (Trilobiten) in der Tierwelt bezeichnen, und fügen nur noch bei, daß wir es in den aus jener Zeit uns erhalten gebliebenen Sedimentgesteinen fast ausschließlich mit Meeresbildungen zu thun haben. Nur die Steinkohle macht eine Ausnahme und weist da, wo wir sie finden, auf einstige Sumpflandschaften hin.

Als die neben den Flötzbildungen herlaufenden Feuer- oder Massengesteine, die sich während der paläozoischen Periode und gleichzeitig mit jenen gebildet haben, sind von Tiefengesteinen Granit, Syenit, Diorit und Gabbro zu nennen, denen die in derselben Periode ans Tageslicht getretenen Quarzporphyre, quarzfreien Porphyre, Porphyrite und Diabase, beziehungsweise Melaphyre als die entsprechenden Ergußgesteine zur Seite gehen. Die letzteren beiden hat man wegen der durch

*) Carbo lat. „Kohle".

die Chloritisierung ihres Augits hervorgebrachten grünen Farbe wohl auch Grünsteine genannt.

In den Sedimenten selbst herrschen Quarzgesteine, Grauwacken und Schiefer vor. Auch Kalke sind natürlich schon da (z. B. Gothländer Kalk, Kulmkalk 2c.), ebenso Thone, wie in den jüngeren Sedimentgebilden; nur sind jene älteren mehr metamorphosiert, die Thone z. B. meist in Thonschiefer, Dachschiefer 2c. umgewandelt.

Die einzelnen Unterabteilungen dieser Periode wären kurz etwa folgendermaßen zu charakterisieren:

1) das Kambrium*). Die Gesteine, welchen wir in den unteren Schichten dieser Formation begegnen, schließen sich meist noch eng an diejenigen der Urschieferformation an. In Thüringen und im Fichtelgebirge besteht das Unter- und Mittelkambrium aus phyllitischen Schiefern. Erst im Oberkambrium erscheinen hier normale Thonschiefer. Anderwärts, so in England und Böhmen, beginnt diese Formation mit Grauwacken; dagegen sind die genannten Gesteine in den russischen Ostseeprovinzen durch Thone und Sandsteine vertreten.

Während wir in vorkambrischen Schichten von organischem Leben so gut wie keine Spur finden, tritt uns im Kambrium eine, freilich im Gegensatz zu der folgenden, der silurischen Zeit immer noch spärliche Fauna und Flora entgegen. Die Flora beschränkt sich auf Algen, und zwar Fucoiden. Auffallend ist es dagegen, daß in der Tierwelt Vertreter einer verhältnismäßig schon hoch entwickelten Tierklasse, nämlich der Krustentiere, eine nicht unwichtige Rolle spielen. Es sind dies die Trilobiten, ausgestorbene Vorläufer unserer Krebse, welche mit der Gattung Olenellus schon im Unterkambrium erscheinen, in den späteren Schichten durch zahlreiche Vertreter der Gattungen Paradoxides und Olenus repräsentiert sind und im Silur, wie wir später sehen werden, den Höhepunkt ihrer Entwicklung erreichen. Neben diesen Trilobiten finden sich Brachiopoden (Obolus und Lingula) in größerer Verbreitung. Aber auch Reste von Spongien, Medusen, Würmern, Gasteropoden (Schnecken) 2c. konnten

*) Kambrium, Silur und Devon sind englische Provinzialnamen, weil in den betreffenden Gebieten Englands die betreffenden Formationen besonders gut entwickelt sind und auch erstmals wissenschaftlich erforscht wurden.

nachgewiesen werden. Diese schon hoch stehende Fauna legt uns den Gedanken nahe, daß bereits lange vorher, also zur Zeit der Urschiefer organisches Leben auf der Erde existiert hat.

In der folgenden Formation, dem

2) Silur finden wir ein viel reicheres Leben. Zu den Trilobiten und den Brachiopoden, welche im Silur einen weitaus größeren Formenreichtum erlangen, treten noch zahlreiche Cephalopoden (Nautiliden), Korallen, Graptoliten (Hydromedusen) und Crinoiden hinzu.

Das Reich der Wirbeltiere beginnt in den obersten Schichten des Silurs mit Knorpelfischen. Im allgemeinen haben wir freilich hier lauter höchst fremdartige, den heute lebenden durchaus fernstehende Tierformen; von Pflanzen nur Meeresgewächse und zwar ebenfalls die niedersten, die wir kennen: die Algen.

3) Die Devonformation ist recht eigentlich die Blütezeit der Panzerfische, sowie der alten Korallen und Armfüßer. Die Graptoliten sterben aus, die ersten Landpflanzen (niedere Kryptogamen) beginnen, ebenso die ersten Ammoniten (Goniatiten und Clymenien).

4) Das Carbon oder die Steinkohlenzeit zeigt, wie schon der Name andeutet, auf dem Land üppigstes Wachstum von Gefäßkryptogamen (Schachtelhalme, Farne, Bärlappe, sogen. Schuppen- und Siegelbäume, alles riesenhaft gegenüber den heutigen Vertretern dieser Geschlechter), dazu erstes Auftreten von Amphibien; die Meere dagegen wimmelten von gewissen Seelilienarten, die eben hier zu höchster Entfaltung gelangten. Die Trilobiten sterben aus.

5) Die Dyas-*) (oder Perm-) Formation bringt ein allmähliches Erlöschen der paläozoischen Formen im Tier- wie im Pflanzenreich, und ebendamit den Übergang zu einem neuen Weltalter, das z. B. durch das erstmalige Auftreten der Reptilien (Kriechtiere) eingeleitet wird.

Gehen wir also weiter zu diesem, nämlich zum

*) Dyas (griech.) die „Zweiheit" heißt diese Formation, weil das sogen. „Rotliegende" von dem darüber folgenden (Kupferschiefer und) „Zechstein" getrennt werden muß; „Perm" ist ein russischer Lokalname, weil die betreffenden Schichten in jener Provinz besonders gut entwickelt sind.

III. dritten Zeitalter oder den mesozoischen Formationen (Zeit des „mittleren Lebens“ oder Mittelalter der Erde),

so zeigt sich das Neue in der Pflanzenwelt durch Zurücktreten der Gefäßkryptogamen, an deren Stelle die Koniferen (Nadelhölzer) und zuletzt sogar Laubbäume treten. Erstere zeigen während dieser Periode den Höhepunkt ihrer Entfaltung. Im Tierreich treten an die Stelle der alten, fremdartigen solche Geschöpfe, die den heute lebenden schon weit näher stehen, z. B. im Reich der Korallen und Seeigel. Im übrigen herrschen auch noch Geschlechter, die jetzt völlig ausgestorben sind, wie Ammoniten und Belemniten, die nebst den Fischeidechsen oder Sauriern während dieser Periode ihre Blütezeit haben. Unter den Fischen treten jetzt erstmals auch Knochenfische (Teleostier) auf, ebenso die ersten Vögel und sogar Säugetiere.

Die Sedimentgesteine dieser Zeit zeigen vorherrschend Kalk-, Sandstein- und Thongebilde. Feuergesteine spielen in Deutschland fast keine Rolle; hier scheint die Periode in dieser Beziehung höchst ruhig verlaufen zu sein. Dagegen finden sich z. B. schon in den Alpen (Südtirol) Eruptivmassen aus dieser Zeit in der Form sowohl von Tiefen- als von Ergußgesteinen.

Was die einzelnen Glieder der mesozoischen Periode betrifft, so zeigt zunächst

6) die Trias („Dreiheit“, weil aus den drei Hauptformationen: Buntsandstein, Muschelkalk und Keuper bestehend) einen merkwürdigen Wechsel von Meer- und Landbildungen. Unter den Echsen herrschen auf dem Land zur Keuperzeit die gewaltigen Belodonten und Zanclodonten, im Meer die Nothosaurier vor; in der Pflanzenwelt entwickeln sich die Schachtelhalme zu riesigen Formen. In der Trias kommen erstmals echte Ammoniten und die ersten Säugetiere (Nager- und Beuteltierformen) vor. Es folgt

7) die Jurazeit mit der Blüte der Ammoniten und Belemniten, der meerischen Fischeidechsen (Saurier), Riffkorallen und Seeschwämme, die manchmal ganze Berge zusammensetzen. Wahrscheinlich beginnt auch jetzt schon das Auftreten klimatischer Zonen auf der Erdoberfläche, das jedenfalls sicher nachgewiesen ist, in der nächsten Periode, der sogen.

8) Kreidezeit. Der Name darf nicht täuschen, sowenig als derjenige des „Jura“. Wollte der Laie letzteres so verstehen, als wäre dabei nur an diejenigen Gesteine zu denken, die das sogen. Juragebirge zusammensetzen (in der Schweiz, in Schwaben und Franken), so wäre er gründlich auf dem Holzweg. „Jura“gestein im geologischen Sinn des Worts ist alles dasjenige, was sich auf der ganzen Erdoberfläche von Sedimenten zur Jurazeit gebildet hat. Genau so steht es mit der „Kreide“.

Wohl rührt der Name von jener weißen „schreibenden“ Kreide her, die von der Insel Rügen, von der Südküste Englands (daher „Albion“, das „weiße“), von Belgien und sonsther bekannt ist; diese Kreidefelsen bilden aber nur die alleroberſten Schichten derjenigen Ablagerungen, die während der „Kreidezeit“ (wieder im geologischen Sinn des Worts) entstanden sind. Zu letzterer gehören auch Sandsteine (z. B. die Berge der „sächsischen Schweiz“), Kalke und Dolomite, die unter Umständen grau und schwarz aussehen können (z. B. oft genug in den Alpen), gerade wie im „Jura“ auch Sandstein und dunkelfarbiger Thon vorkommt (schwäbischer Lias).

Die Kreidezeit selbst in geologischem Sinne des Worts zeigt wieder sehr charakteristisch in ihrer fossilen Fauna und Flora das allmähliche Erlöschen der mesozoischen Tier- und Pflanzengeschlechter (die Ammoniten und Belemniten, die Saurier und Flugechsen sterben aus; „sie kamen zu tief in die Kreide,“ singt Scheffel, „da war's mit ihnen vorbei“). Dafür treten hier erstmals dikotyle Laubbäume auf; auch bilden sich die klimatischen Zonenunterschiede auf Erden immer deutlicher heraus. Das alles deutet den Übergang an (aber auch hier wieder ohne jeglichen Sprung, vielmehr ganz allmählich) zum

IV. vierten Zeitalter der Erde, den sogen. känozoischen Formationen (Zeit des „neuen“ Lebens),

wiederum mit zwei, beziehungsweise drei Unterabteilungen, dem sogen. Tertiär und Quartär oder Zeitalter des Menschen („anthropozoische Formation“ d. h. Diluvium und Alluvium zusammengenommen). Der Hauptcharakter der ganzen Periode selbst besteht kurz darin, daß nunmehr, namentlich im Vergleich zur mesozoischen Zeit die klimatischen Zonenunterschiede schon

vollständig entwickelt, auch die Tier- und Pflanzenwelt nach und nach zu derjenigen Gestaltung gelangt sind, wie wir es heute noch haben. Unter den Wirbeltieren nehmen die höchststehenden, die Säuger, jetzt unstreitig den breitesten Raum ein, wie unter den Pflanzen die dikotyledonischen Laubhölzer.

Wir haben also erstmals wirkliche Wälder im heutigen Sinne des Worts, die zum Teil so üppig gediehen, daß ihre Reste bei günstigen Verhältnissen (in Sumpfboden) abermals Anlaß zu Kohlenbildung (Braunkohle) gaben*). Die Vögel sind auf einmal in einem großen Reichtum von Arten vertreten, unter den Reptilien und Lurchen haben Schlangen und Frösche den Platz der jetzt verschwundenen mesozoischen Saurier eingenommen. Statt der ausgestorbenen Ammoniten und Belemniten wimmeln die känozoischen Meere von Schnecken und Muscheln, wie sie heute noch leben; die mesozoischen Ganoidenfische werden von den höher stehenden Knochenfischen ersetzt. Schließlich tritt der Mensch, „die Krone der Schöpfung", auf den Schauplatz: so bildet sich mehr und mehr das heutige „Antlitz der Erde" heraus, das aber nur denkbar ist als Schlußglied aller vorhergehenden Formationen, die erst durchlaufen sein mußten. Noch sei daran erinnert, daß im Zusammenhang mit den kontinentalen Umwandlungen während der Tertiärzeit, die durch gewaltige Bewegungen der Erdrinde bedingt waren, auch in unseren Gegenden wieder mächtige vulkanische Eruptionen vor sich gingen, die heute noch fortdauern. So sind z. B. zur Tertiärzeit die Phonolite der Rhön, des Hegaus und der Auvergne, die Basalte der schwäbischen Alb und der Rhön, die Laven der Eifel und des Siebengebirgs auf diesem Wege entstanden; und daß es heute noch überall unter der Erdoberfläche pfupfert und brodelt, ist ja eine allgemein bekannte Thatsache.

Sehen wir uns auch hier noch die Hauptperioden im einzelnen an, so zeigt

9) die sogen. Tertiärzeit**) (wir übergehen hier die Unter-

*) Natürlich konnte es die Erde während sämtlicher Formationen unter günstigen Umständen zu Kohlenbildungen bringen, wie z. B. in Österreich zurzeit jurasische (Stein-)Kohle ausgebeutet wird.

**) „Tertiär": die „dritte" Stufe der Erdentwicklung; der Name ist noch beibehalten aus dem Wörterbuch früherer Geologen, die sämtliche Gesteins-

glieder des Eocän, Oligocän, Miocän und Pliocän) erstmals die Bildung großer zusammenhängender Festlandsmassen (Kontinente) mit vollständig ausgesprochenem Unterschied der klimatischen Zonen. Auf diesen Kontinenten tummelt sich ein Heer von Säugetieren, insbesondere riesige Dickhäuter (Mastodon, Nilpferd, Nashorn 2c.). Die Pflanzenwelt nimmt nach und nach ganz die Gestalt unserer jetzigen Kräuter, Gesträuche und Bäume an. In den Meeren bauen Korallen ihre Riffe, aber nicht mehr diejenigen der mesozoischen und paläozoischen Zeit, sondern solche, wie sie in warmen Meeren noch jetzt leben. Das Klima war übrigens zur Tertiärzeit in unseren Breiten entschieden milder als im heutigen Europa (Palmen- Lorbeer- und Kampherbäume, Affen und Schildkröten auf der schwäbischen Alb!). Das wird auf einmal anders mit der nächsten Periode, dem sogen.

10. Quartär, und zwar gleich auf seiner ersten Stufe: dem Diluvium oder der Eiszeit. Der letztere Name besagt schon, daß ein gewaltiger Temperaturrückgang eingetreten sein müsse. In der That war damals (hauptsächlich infolge der Erhebung der Alpen und übrigen Kettengebirge, die wir uns um etwa $^1/_3$ höher zu denken haben als heute, sowie infolge einer anderen Verteilung von Wasser und Land) das ganze nördliche Europa, Amerika und Asien in einen Eismantel gehüllt. Die Gletscher der Alpen reichten bis nach Schwaben, Frankreich und Oberitalien hinein u. s. w.

Trotzdem darf man sich's keineswegs so vorstellen, als ob damals alles Leben im Eis begraben gewesen wäre. Im Gegenteil, neben den Gletschern fanden sich, wie heute noch in Neuseeland und Südamerika, Wiesen und Wälder, in denen eine große Anzahl von Säugetieren sich aufhielt. Der König derselben in unseren Ländern war zweifelsohne das Mammut: der riesige Elefant der Diluvialzeit. Mit ihm lebte zusammen Höhlenbär und Renntier, Riesenhirsch, Elen und Auerochs, und mit diesen auch zweifellos schon der Mensch, freilich noch auf der tiefsten Stufe der Bildung. So kommen wir ganz unmerklich zur zweiten Stufe des Quartärs, dem

---

bildungen der Erde in drei Stufen: das Primär- oder Urgebirge, das Sekundär- oder die zweite Formation (vom Silur bis zur Kreide) und das „Tertiär" oder die „dritte" Periode einzuteilen pflegten.

Alluvium, d. h. zur Jetztzeit herüber, die freilich eigentlich nicht mehr ausschließlich Forschungsgebiet des Geologen ist. Der hat dasselbe von nun an mit dem Zoologen und Botaniker, dem Ethnographen, Anthropologen und Prähistoriker zu teilen. Noch gehen übrigens selbstverständlich fortwährend genau so wie in allen früheren Perioden Veränderungen und Neubildungen auf der Erdoberfläche vor sich, nur daß wir dieselben jetzt mit unsern Augen betrachten können. Es gehören hieher z. B. die Bildungen der Dünen und Deltas an unsern Küsten, diejenigen des Torfs und Kalktuffs in Sümpfen und Quellen, es gehört weiter her die hauptsächlich durch den Wind verursachte Anhäufung von Lehm und Löß, die Auswaschung unserer Thäler und Abtragung unserer Berge, die Quellniederschläge und vulkanischen Erzeugnisse u. s. w. Doch, wie gesagt, das alles geht uns hier nichts mehr an.

Um so mehr dagegen haben wir, nachdem wir jetzt so zu sagen im Flug von der Zeit des ältesten Lebens auf Erden, der Herrschaft des seltsamen Krebsgetiers in Silur und Devon (der Trilobiten) bis zu derjenigen des Menschen vorwärts gedrungen sind, um so mehr haben wir daran zu erinnern, daß alle diese verschiedenen Erdperioden von der Urzeit bis zur Gegenwart uns Spuren ihres Daseins hinterließen, und zwar eben in Gestalt des so überaus mannigfaltigen Gesteinsmaterials, das heute die Oberfläche unseres Planeten bedeckt. Nur natürlich darf man nicht meinen, daß dieses Material überall noch in derselben Weise und an demselben Ort jetzt zu finden sei, wo und wie es sich einst gebildet. Im Gegenteil, es giebt keine einzige Stelle auf Erden, welche noch die ursprüngliche Ablagerung zeigt, oder an der vollends alle die Schichten, die sich im Lauf der Erdgeschichte erzeugten, so über einander aufgebaut zu sehen wären, wie es etwa ein Normalprofil darstellen würde.

Idealquerschnitt durch die Erdrinde.

Das ist ja ganz richtig: vergegenwärtigen wir uns nochmals die Bildung der Gesteine in den verschiedenen Perioden durch Feuer und Wasser, so müßte eigentlich der Erdball oder wenigstens die Kruste desselben aus lauter schön über einander abgelagerten Schichten bestehen, am besten etwa einer Zwiebel vergleichbar, von der wir

Haut um Haut abziehen können, oder die, wenn wir sie mitten durchschneiden, eine ganze Reihe gleichmäßig über einander gewachsener Lagen zeigt, die sich nach und nach um den Mittelpunkt hergelegt haben.

Ohne Frage: ein durch unsere Erde oder Erdrinde gemachter Idealquerschnitt muß, wenn man Großes mit Kleinem vergleichen darf, das nämliche Bild darbieten. Tief unten, um den uns ja freilich völlig unbekannten Erdkern gelagert, müssen diejenigen Gesteine zu suchen sein, deren Material die erste Erstarrungskruste der ursprünglich feurig-flüssigen, nach und nach aber durch Abkühlund festgewordenen Oberfläche des Planeten darstellt, sagen wir also etwa die Gneise.

Aus guten Gründen drücken wir uns in dieser vorsichtigen Weise aus. Denn mit Sicherheit können wir von keinem der uns jetzt bekannten Gesteine behaupten, daß es der Erstarrungskruste der Erde angehöre. Nur soviel ist zweifellos, daß die sie zusammensetzenden Massen den Tiefengesteinen entsprechen, die aber natürlich jetzt nicht mehr in ihrer ursprünglichen Form uns vorliegen und vorliegen können. Sie müßten z. B. jedenfalls Parallelstruktur (Schichtengefüge) angenommen haben. Insofern kann man sagen, daß dabei nur gneisartige Gesteine in Betracht kommen dürften.

Nachdem dann die Abkühlung soweit vorgeschritten war, daß das zuvor in Dampfform über der Erde schwebende Wasser als Regen auf diese niederströmte, nagten die jetzt vorhandenen Wasser beständig an der festen Kruste und setzten, sowohl chemisch als mechanisch arbeitend, Schichten von Schlamm, Sand und Thon auf derselben nieder: das wäre dann das erste und älteste Sedimentgestein, das wir hätten, heißen wir's etwa das kambrische*).

Dieser Prozeß ging natürlich durch alle folgenden Perioden ohne Unterbrechung fort, und jede derselben erzeugte neue Gesteinsschichten, so zwar, daß stets die jüngere über der älteren, den Jahresringen eines Baumes vergleichbar, sich herlegte. Da aber gleichzeitig in jeder Periode auch wieder vulkanische Ausbrüche aus dem Erdinnern stattfanden, so muß auch deren Material, das verschiedenartige Feuer- oder Massengestein, sich jenen Sedimentschichten eingefügt haben.

*) Daß übrigens auch schon in vorkambrischer, also in archäischer Zeit sich Sedimentgesteine bildeten, ist zweifellos (vgl. S. 50 ff.)

Wir müßten also, wenn alles heute noch normal läge, stets z. B. die Steinkohle auf dem Devon, die Kreide auf dem Jura, das Tertiär über der Kreide anstehend finden.

Thatsächlicher Zustand der Erdkruste.

So sollte es sein; so ist's aber thatsächlich nicht und nirgends auf der Erdoberfläche. Gar nirgends treffen wir auf ihr, wie schon angedeutet, die Erzeugnisse aller Perioden über einander gelagert an; bald fehlt dieses und bald wieder jenes Gestein in der Reihe. So kann z. B. der Jura hart über Silur oder Devonkalk, es können tertiäre Schichten unmittelbar auf der Steinkohle liegen u. dgl. Das läßt sich nun alles noch unschwer verstehen; denn das Tertiär ist ja jedenfalls jünger als die Steinkohle, und wir können ganz wohl annehmen, daß an manchen Stellen die Erdoberfläche von der Kohlenzeit an bis zum Tertiär trocken blieb und also keine Sedimente absetzen konnte.

Wir müssen fast notwendig die Sache uns so vorstellen, daß von Anfang an, gerade wie es noch heute ist, Wasser und Land neben einander auf Erden bestand, eben weil die Erde von Urzeit an Höhen- und Tiefenunterschiede zeigte. Mit anderen Worten, es wird zu der Zeit, da z. B. das Jurameer in Mitteleuropa flutete, das heutige Böhmen und Skandinavien bereits Festland gewesen sein, wir können also auf dem Gneis oder Granit dort keine (marinen) Juraablagerungen erwarten. Wenn aber in einer späteren Periode, wie dies thatsächlich zur Tertiärzeit der Fall war, infolge von Sinken des Landes wieder Meer über jene Länder sich legte, so müssen wir dessen Niederschläge in Gestalt von tertiären Sedimentgesteinen unmittelbar dem Urgebirg aufgelagert treffen. Wir machen bei all derartigen Thatsachen dann immer noch die beruhigende Erfahrung, daß wenigstens stets die auflagernden (Sediment-) Schichten jünger sind als die darunter befindlichen.

Aber auch das trifft nicht überall zu. Im Gegenteil, wir machen an unzähligen Punkten der Erdoberfläche die Beobachtung, daß zweifellos jüngere, d. h. später entstandene Gesteine unter älteren liegen, daß also z. B. Jurakalk von Devon- oder Silurgesteinen bedeckt sein kann. In den Alpen begegnen wir oft genug derartigen „Überschiebungen“; man denke z. B. an die Mythen bei

Schwyz oder an die berühmte „Glarner Doppelfalte" des Schweizer Geologen Heim.

Die Flöz- oder Sedimentgesteine der Alpen liegen vielfach scheinbar viel tiefer als die zentralen Granit- und kristallinen Schiefermassen; denn jene bilden nördlich wie südlich die dem Zentralmassiv vorgelagerten sogenannten Kalkalpen. Außerdem aber finden wir in diesem Hochgebirg und insbesondere in den letztgenannten Teilen desselben die verschiedensten Sedimentgesteine bald hart neben-, bald kunterbunt durcheinander gelagert, so daß man oft in weniger als einer Wegstunde über Jura-, Kreide- und Tertiärschichten schreiten kann, denen dann oft noch Erzeugnisse älterer Formationen (Dyas- und Karbongesteine) aufgesetzt sind. Wenigstens scheint es dutzendmal so zu sein.

Das Bild aber, das in der genannten Weise die Alpen zeigen, ist im Grund genommen dasselbe, dem wir auf der ganzen Erdoberfläche begegnen, nur daß die Sache dort der unmittelbaren Beobachtung auch des Laien viel näher gerückt ist. Einen besonders klaren Einblick in die Faltungserscheinungen bekommt übrigens auch ein Nichtfachmann z. B. im Schweizer Kettenjura, wogegen wieder der „Tafeljura" wie überhaupt die Tafelgebirge vortreffliche Beispiele für Erosionsbildungen geben.

In Wahrheit gleicht also die Erdkruste, so wie sie heute uns vorliegt, mit ihren Dutzenden über einander aufgebauter Gesteinsschichten keineswegs einer Zwiebel, deren Schalen, wie die Blätter eines Buchs, oder die Jahresringe eines Baums, normal oder gar horizontal über einander geschichtet liegen; vielmehr besteht der gesamte Mantel unserer Erde aus mosaikartig zusammengesetzten Bruchstücken aller möglichen Schichten, die schollenweise unter und übereinander geworfen und wieder durch eine Art Bindemittel zu einer Masse verkittet sind (vgl. Fig. 5 auf S. 25). Treffen wir ja doch thatsächlich die meisten unserer Flözgesteine keineswegs in wagrechter Lagerung an, finden vielmehr ihre Schichten in der denkbar mannigfaltigsten Weise gelagert, aufgerichtet und wieder an einander abgerutscht, gefaltet und verbogen, übergekippt und das unterste zu oberst gekehrt.

Derartige zweifellose Thatsachen müssen auch den Laien auf die Vermutung bringen, daß fast nirgends mehr auf Erden die Ge-

steine so und an dem Platze gelagert sind, wo sie sich ursprünglich abgesetzt haben, daß vielmehr im Lauf der Zeiten mit denselben gewaltige Veränderungen müssen vorgegangen sein.

Und das ist allerdings wiederum eine unumstößliche, durch hunderte von Beispielen erwiesene Thatsache. Gerade die Alpen aber mit ihren mächtigen Faltungserscheinungen haben uns auch zuerst einen Fingerzeig darüber gegeben, wie wir uns diese Veränderungen zu erklären und was wir als Ursache ihrer Entstehung uns zu denken haben.

Es ist über allen Zweifel erhaben und durch gar viele heute noch vor unsern Augen vor sich gehende Erscheinungen (Hebung und Senkung ganzer Kontinente und Ozeane, vulkanische Ausbrüche, Erdbeben u. dgl.) erwiesen, daß die Erdoberfläche fortwährend in einer gewissen Bewegung sich befindet. Was aber heute geschieht, muß zu allen Zeiten auf ihr geschehen, ja in früheren Perioden mag's noch weit stürmischer hergegangen sein als jetzt, da doch einigermaßen Ruhe eingetreten zu sein scheint, obwohl bekanntlich auch heute kein Tag ohne Erdbeben, d. h. wenigstens kleinere Erschütterungen der Erdkruste vergeht.

Entstehung der Alpen rc.

Die Bildung unserer großen Kettengebirge z. B. der Alpen, Anden, des Himalaja rc. hat zweifelsohne — das zeigt die Thatsache, daß die Dislokationen tertiäre Schichten mitbetroffen haben — während der sogen. Tertiärzeit, also in einer, geologisch betrachtet, noch gar nicht weit hinter uns liegenden Periode stattgefunden, und zwar wahrscheinlich infolge von Schiebungen und Stauchungen der mehr und mehr zusammenschrumpfenden Erdkruste. Die Gebirge wären also nichts anderes als die Runzeln unserer nachgerade alternden Mutter Erde, wie wir oben schon angedeutet.

Dazu kommen dann natürlich noch eine Anzahl anderer Faktoren, welche auf das „Antlitz der Erde" umgestaltend eingewirkt haben, also z. B. die fortwährende Abwaschung und Auslaugung durch Wasser, große Zusammenstürze im Erdinnern, gewaltige Sprünge und Brüche in der Rinde, infolge deren riesige Schollen

an einander absanken, über einander hinglitten und durch einander geworfen wurden. Wir können dies vielleicht dem Laien am besten dadurch verständlich machen, daß wir ihn an eine Eisdecke erinnern, die sich nach Tauwetter zum zweitenmal über einen Strom gelegt hat. Eine nach dem ersten halb erfolgten Eisgang rasch eingetretene abermalige Kälte hat die bunt durcheinander gewürfelten Eisschemel wieder zu einer gleichartigen Masse verkittet, der man aber sofort bei genauerer Untersuchung ansieht, wie sie entstanden ist (vgl. uns. Fig. 5 auf S. 25).

Eine derartige, in einzelne Schollen zersprengte und später wieder fest verkittete Decke stellt heute unsere Erdrinde dar, und die Sache der Gelehrten ist es nun, den scheinbaren Wirrwarr dieses Schichtengebäudes zu lösen und überall die richtige Erklärung für sein Sosein aufzusuchen.

Wer schon in der Schweiz gereist ist, erinnert sich vielleicht der herrlichen Falten, die das Kalkgebirge bei Flüelen zeigt, an der Axenstraße oberhalb des ersten Tunnels (auch vom Dampfer aus zu beobachten), oder der fast noch schöneren oberhalb Brienz auf der rechten Aareseite. Eine derartige Anschauung in der Natur giebt uns ja freilich den besten Fingerzeig für das, was wir meinen. Im übrigen bringen wohl ein paar Bildchen, die wir hier beifügen, dem Leser die Vorgänge z. B. bei der Faltung der Alpen und die Erklärung für ihr heutiges Aussehen, ganz gut und jedenfalls rascher und leichter zum Verständnis, als seitenlange Abhandlungen darüber dies thun könnten. Man sehe sich in dieser Beziehung z. B. unsere folgenden Figuren 13 bis 17 der Reihe nach etwas genauer an (S. 64 bis 66).

Fig. 13 zeigt gefaltete Gesteinsbänke (die natürlich ursprünglich horizontal über einander abgelagert waren) aus einem englischen Kohlenrevier.

Fig. 14 giebt ein ganz ähnliches Bild (von gefalteten Kohlenkalkbänken) aus Bleiberg (in Kärnten).

Fig. 15 stellt das Profil der (gefalteten) Triasschichten bei Lunz (österreichisches Alpengebiet) dar, das zugleich zeigt, wie viel von diesen verschiedenen Schichten an der Oberfläche durch Erosion bereits weggeführt und wie überhaupt die Entstehung der heutigen Verhältnisse zu denken ist.

Fig. 16 und 17 zeigen dieselbe Sache an zwei Idealbildern,

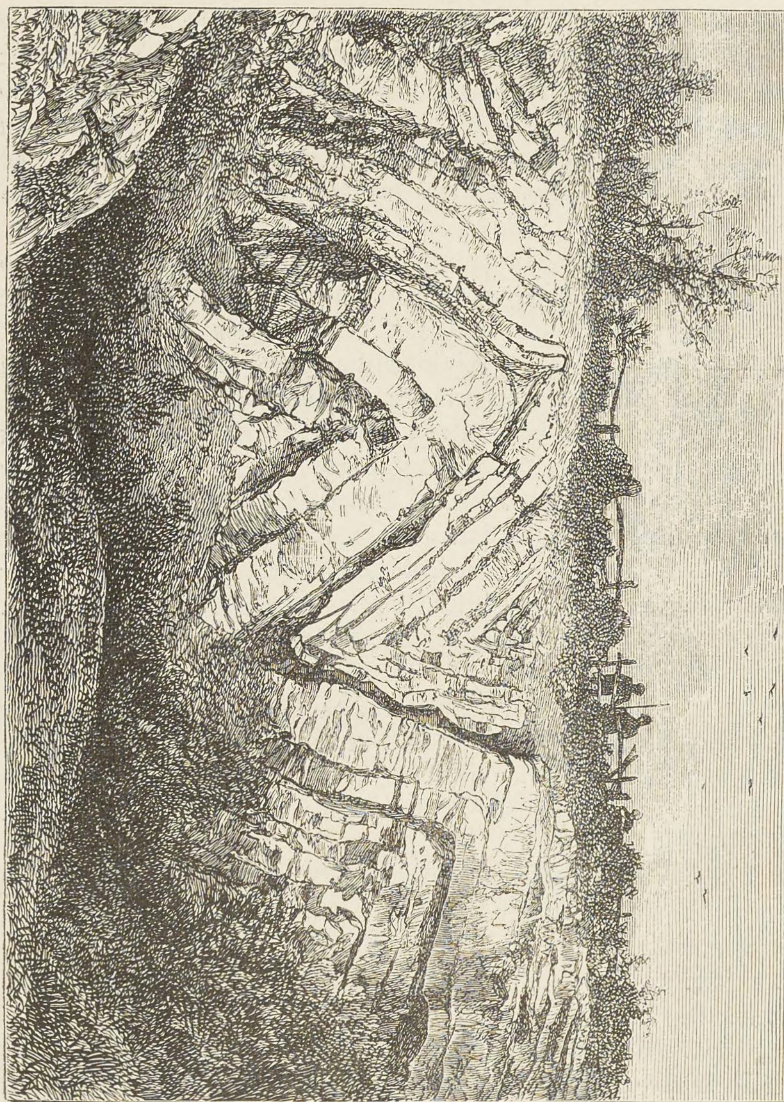


Fig. 13. Gefaltete Gesteinsschichten (England).

die eine Anzahl von (durch Faltung entstandenen) Sätteln und Mulden eines Gebirgszugs darstellen vor (Fig. 16) und nach

(Fig. 17) der Erosion, welche jenen nach und nach sein gegenwärtiges Aussehen (wie eben Fig. 16 es darstellt) gegeben hat. Das Bild stammt aus der Zeitschrift des deutschen und österreichischen Alpenvereins, Jahrg. 1893, Bd. XXIV.

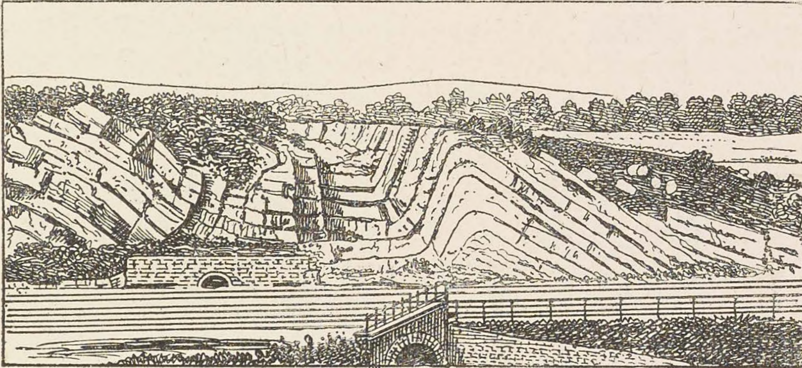


Fig. 14. Kohlenkalk bei Bleiberg.

Fig. 18. soll durch die Fältelung von ursprünglich horizontal über einander geschichteten Papierbogen (a), die der Seitendruck (b) erzeugt, andeuten, wie man sich diesen Vorgang im großen in der Natur etwa vorzustellen hat (S. 68).

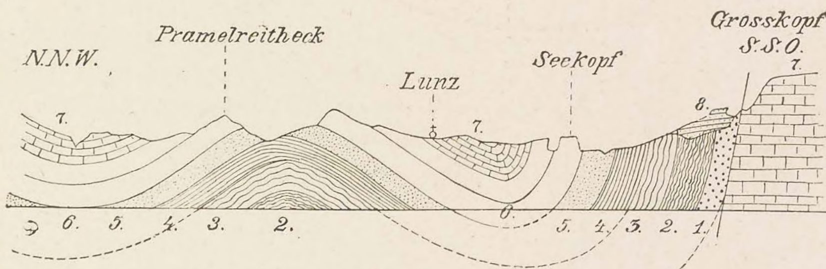
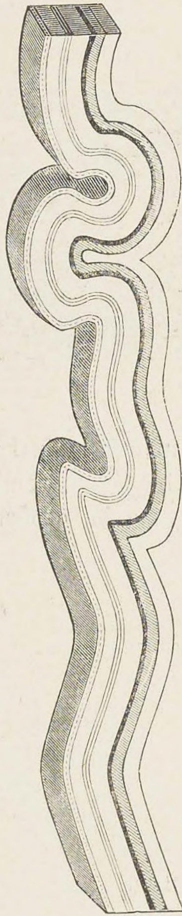


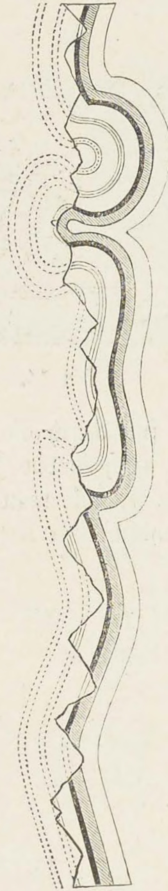
Fig. 15. Triasdurchschnitt bei Lunz.

Fig. 19 dagegen ist ein Stück gefälteten Phyllits, der angeschliffen die Fältchen der ursprünglich natürlich ebenfalls horizontal über einander gelagerten Thonschichten bis ins einzelnste erkennen läßt (S. 69).

Es ist auch wohl von selbst klar, daß die verschiedene Art der

Entstehung der Gebirge mehr und mehr deren späteres und jetziges Aussehen bedingen wird. Ist z. B. ein Gebirge durch Faltung (Runzelung) der Erde ins Dasein gerufen, so wird es eben als Kettengebirge uns erscheinen (z. B. der Schweizer Jura).


Fig. 16. Sättel und Mulden, ursprünglich.


Fig. 17. Dasselbe, erodiert.

Bröckelt es nach und nach infolge von Erosion ab, wie der schwäbische Jura, dessen Gesteinsschichten von Nordwest gegen Südost mehr oder weniger horizontal gelagert und aus bald härterem bald weicherem Material zusammengesetzt sind: so bilden sich Terrassen,

die über einander sich aufbauen, und man bekommt ein Tafel-gebirge (schwäbische Alb, Landschaft am Cap und sonst vielfach). Diese Tafelgebirge verdanken also ihr Dasein lediglich der Erosion.

Haben sich dagegen infolge von vulkanischen Eruptionen eine Anzahl von Kegeln neben einander aufgetürmt, so stellen dieselben jetzt ein Kuppengebirge dar (z. B. Siebengebirge und Eifel). dasselbe kommt zum Vorschein, wenn infolge von Erosion gewisse zu Kuppenbildung neigende Formationen sich zu Kuppenreihen herausbilden. So ist es z. B. im Schwarzwald, der übrigens mit jungvulkanischen Erscheinungen nichts zu thun hat, sondern einen sogen. Horst oder ein Rumpfgebirge darstellt, d. h. aus Resten eines früheren

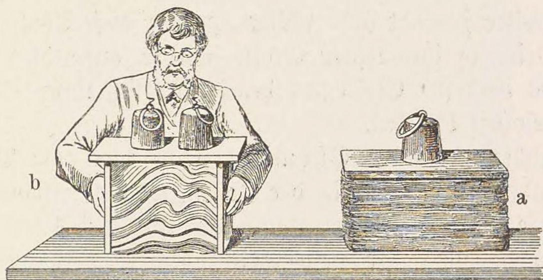


Fig. 18. Schichtenfaltung.

Faltengebirges sich zusammensetzt. Eine weitere Folge von Erosion sind dann einzelstehende Kegelberge, gleichgültig, ob sie ursprünglich vulkanischen Ursprungs sind (die Basalt- und Phonolitberge der schwäbischen Alb und des Hegau) oder neptunischen (unsere isoliert stehenden Albberge, wie Zollern, Achalm, Hohenstaufen, Ipf u. dgl.).

Selbstverständlich können wir hier auf genauere Auseinandersetzung dieser Dinge (Synklinalen, Antiklinalen, d. h. Mulden und Sättel, wie solche eben infolge von Faltung entstehen ꝛc.) nicht weiter eingehen, da dieselben gar nicht in das Gebiet der Petrographie hinein-, sondern der „Geologie" als solcher angehören.

Wir könnten vielmehr nach diesen, freilich, wie uns schien, unbedingt notwendigen Angaben über Bau und Entstehung der gegenwärtigen Erdkruste füglich an unsere eigentliche Aufgabe, nämlich

die Beschreibung der einzelnen Geste'ne gehen, die jene Kruste zusammensetzen; ein wirkliches Verständnis der letzteren erfordert aber doch noch ein paar weitere Vorbemerkungen.

Da erinnern wir in erster Linie nochmals daran, daß alle Gesteine, die wir jetzt auf der Erdoberfläche treffen, nichts anderes sind als die Erzeugnisse langer, aus früheren Perioden her stammender chemischer, physikalischer und physiologischer Prozesse, die Endresultate hundertfältiger Umwandlung nach Form und Inhalt, nach Größe und Schwere. Damit hängt gleichzeitig zusammen, daß uns weitaus die meisten Gesteinsarten als zusammengesetzte Körper vor Augen treten, eben weil die verschiedensten Elementarstoffe sich darin an einandergefügt haben.

In zweiter Hinsicht aber nötigen gerade diese Thatsachen dazu, unsere Gesteine in ihre letzten Stoffe wieder aufzulösen und darzuthun, aus was für Elementen denn eigentlich unser Erdball und seine Materialien bestehen.

So gehört hieher die Chemie, welche uns zum Verständnis der Umwandlungsvorgänge in der Gesteinswelt, überhaupt der Mineralbildungen im allgemeinen notwendig ist. Sie lehrt uns auch die Zusammensetzung der gesteinsbildenden Mineralien aus den einzelnen Elementen erkennen.

Weiter kommt die Physik in Betracht, ohne welche wir die Verhältnisse nicht beurteilen können, unter denen die Gesteinsbildungen vor sich gehen. Sie ist ein ebenso wichtiger Faktor beim Erkennen von Mineralien wie die Chemie. Wir erinnern nur an die bemerkenswertesten Eigenschaften der Gesteine (Härte, Schwere rc.).

Auch aus der Physiologie sollte man sich die wichtigsten Sätze einprägen, da uns dieselbe Kunde giebt von den Bedingungen und Gestaltungen des organischen Lebens auf Erden und uns darüber belehrt, in welcher Weise dasselbe unter Umständen auch auf die anorganischen Gebilde verändernd einwirkt.

Da aber alle Gesteine aus einzelnen Mineralien sich zusammensetzen, so brauchen wir als weitere Hilfswissenschaft insbesondere die Mineralogie, d. h. eben die Lehre von den Mineralien.

Und damit hängt schließlich unzertrennlich die Kristallographie zusammen, welche die regelmäßigen Formen der Mineralien

uns aufzeigt. Von welcher Wichtigkeit gerade die letztere Wissenschaft ist, wird man leicht einsehen, wenn man sich klar macht, daß jedes Mineral eine ihm eigentümliche Kristallform besitzt, und daß diese direkt abhängig ist von der chemischen Zusammensetzung eines Körpers.

Aber noch weit mehr als in der äußeren Form der Kristalle spiegelt sich der chemische Bestand eines kristallisierten Körpers in seinem optischen Verhalten. Bei vielen Mineralien z. B. ist

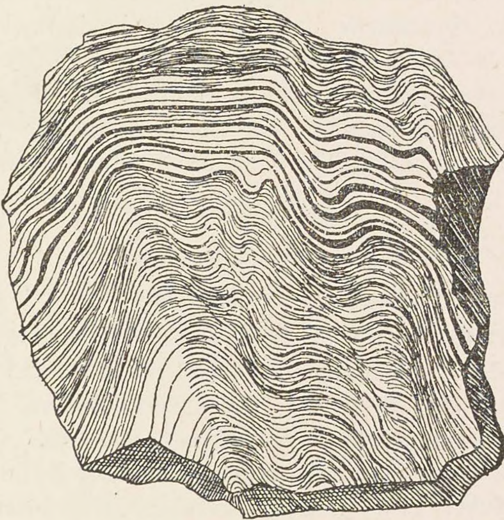


Fig. 19. Gefältelter Phyllit.

mit Sicherheit nachgewiesen, daß oft geringe Verschiedenheiten in der chemischen Zusammensetzung die optischen Eigenschaften desselben beeinflussen. Auf diesen innigen Beziehungen zwischen Chemie und Physik (Optik) beruhen insbesondere die mikroskopischen Untersuchungen der modernen Petrographie.

Wir geben daher, bevor wir an unsere Hauptaufgabe gehen, noch in

Kapitel V

einen kurzen Überblick über die wichtigsten Thatsachen und Ergebnisse der einschlägigen Hilfswissenschaften,

und beginnen dabei mit

a) der Chemie,

von der wir nur die am häufigsten in der Natur vorkommenden Elemente oder Grundstoffe aufzählen und in ihren Eigenschaften etwas näher beschreiben wollen.

Es gehören hieher aus der ganzen Reihe der bis jetzt entdeckten ca. 75 Elemente als wichtigste und für den Geologen insbesondere in Betracht kommende etwa die nachfolgenden, welche von Nr. 1—12 nach ihrem quantitativen Vorkommen in der Natur geordnet sind.

1. Der Sauerstoff, Oxygenium.

Chem. Zeichen: O.

Der Sauerstoff ist ein farb- und geruchloses Gas, vom spezifischen Gewicht 1,1 (Luft = 1,0). Derselbe ist an sich nicht brennbar, unterstützt aber das Verbrennen anderer Körper, so zwar daß er zum Verbrennungsprozeß absolut notwendig ist. Dieser Stoff ist das verbreitetste Element auf der Erde und bildet annähernd ein Drittel der ganzen Gewichtsmenge derselben.

In freiem Zustand findet sich der Sauerstoff zu 23 % in der Luft, gebunden in erster Linie im Wasser, das aus 11 % Wasserstoff und 89 % Sauerstoff besteht. Außerdem ist er im Mineral- wie im Pflanzenreich in gebundener Form sehr reichlich vorhanden.

Mit den anderen Elementen vereinigt sich der Sauerstoff, zum Teil schon bei gewöhnlicher, zum Teil erst bei höherer Temperatur leicht, und es spielen diese Verbindungen der Elemente mit Sauerstoff, die Oxyde, sowie diejenigen mit Sauerstoff und Wasserstoff, die Säuren, in der Chemie eine große Rolle.

Auch für die Tier- und Pflanzenwelt bedeutet der Sauerstoff als die eigentliche, zum Atmungsprozeß unentbehrliche Lebensluft einen ganz wesentlichen Faktor.

2. Das Silicium (Kieselstoff).

Chem. Zeichen: Si.

Das Silicium stellt, auf künstlichem Weg isoliert, ein dunkelbraunes Pulver oder schwarzglänzende Kristalle dar, beide in Kalilauge löslich.

In der Natur kommt es in freiem Zustand nicht vor, in großer Menge jedoch in gebundenem.

In Verbindung mit Sauerstoff z. B. bildet es die Kieselerde (Kieselsäureanhydrit, $Si O^2$): Quarz, Bergkristall, Feuerstein, Hornstein, (Quarz-)Sand 2c.

In Verbindung mit Metalloxyden ferner bildet die Kieselerde die sogen. Silikatgesteine (Granit, Gneis 2c.), welche einen Hauptbestandteil der Gesteinsmassen unserer Erdkruste, zumal der Urgesteine und der Ackererde zusammensetzen.

3. Das Aluminium (Thonstoff).

Chem. Zeichen: Al.

Dieses Element, ein zinnweißes, dehnbares und doch festes Metall vom spezifischen Gewicht 2,6, dessen Massendarstellung in rentabler Weise erst der Neuzeit gelungen ist, und das jetzt in ausgedehntem Maß technisch verwendet wird, kommt in der Natur nicht in gediegenem (freiem) Zustand vor. Seine Verbindungen finden sich jedoch im Mineralreich in solcher Menge, daß es nach dem Sauerstoff und Silicium als das verbreitetste Element der Erde bezeichnet werden kann.

In Form von Thonerde (Aluminiumoxyd, $Al^2 O^3$) und von Aluminiumsilikaten (Verbindungen mit Kieselsäure) bildet es einerseits Edelsteine wie Rubin, Korund, Sapphir, andererseits den Hauptbestandteil ganz gewöhnlicher Mineralien, z. B. des Feldspats, des Glimmers, sowie deren Zersetzungsprodukte.

4. Das Eisen, Ferrum.

Chem. Zeichen: Fe.

Das Eisen (spezifisches Gewicht 7,6—7,8) ist sozusagen das gemeinste Metall. In der Natur kommt es in Form von Oxyden,

Carbonaten, Silikaten, Schwefelverbindungen rc. außerordentlich verbreitet vor, gediegen nur im Meteoreisen (abgesehen von dem Vorkommen gediegenen Eisens in Basalten Grönlands (Disko).

Das Eisen bildet den färbenden Bestandteil der meisten farbigen Mineralien, Gesteine und Erden. Denn die paar andern Elemente, insbesondere Metalle, wie Kupfer (blau und grün), Quecksilber (mit Schwefel zusammen als Zinnober rot färbend) rc. kommen dem Eisen gegenüber kaum in Betracht, dessen Verbindungen ohnedem fast alle Farbenschattierungen annehmen. Das Mangan aber, das ebenfalls ungemein häufig und zwar vielfach als schwarzfärbend auftritt, ist in der Regel mit dem Eisen verbunden und demselben ohnedem nahe verwandt.

5. Das Calcium (Kalkstoff),

Chem. Zeichen: Ca,

ein nach den neuesten Forschungen silberweißes, glänzendes, dehnbares Metall vom spezifischen Gewicht 1,6, kommt in der Natur in freiem Zustand nicht vor, ist aber in gebundenem sehr verbreitet.

Sein Oxyd ist der Kalk (Ca O).

6. Das Baryum (Schwerstoff),

Chem. Zeichen: Ba,

ist ein gelblich-weißes, leicht oxydierbares Metall vom spezifischen Gewicht 3,75. Seine Salze zeichnen sich daher alle durch ein hohes Gewicht aus, woher auch das in der Natur so häufig vorkommende schwefelsaure Baryum ($Ba\ SO^4$) den Namen „Schwerspat“ erhielt. Ebenso findet sich das kohlensaure Salz des Baryums, der Witherit ($Ba\ CO^3$) in großen Lagern auf der Erdoberfläche.

7. Das Magnesium (Bitterstoff),

Chem. Zeichen: Mg,

ein silberweißes Metall, vom spezifischen Gewicht 1,75 und mit intensiv weißem Licht brennend (Magnesiaspähne für Höhlenbeleuchtung!), kommt in der Natur bloß in Verbindung mit anderen Stoffen vor und spielt, zusammen mit Calcium, eine große Rolle

im Haushalt derselben. Man denke nur an die ungeheuren Kalk- und Dolomitmassen, die zum Teil ausgedehnte Gebirge zusammensetzen.

Sein Oxyd (Mg O) ist die Magnesia.

8. und 9. Das Natrium und das Kalium.

Chem. Zeichen Na u. K.

Diese beiden Leichtmetalle (ihr spezifisches Gewicht beträgt 0,86—0,97) sind in der Natur außerordentlich verbreitet, kommen jedoch nie in freier Form (gediegen) vor. In letzterem Zustand sind beide silberweiß, weich und knetbar wie Wachs.

Sie oxydieren (verbinden sich mit Sauerstoff) so begierig, daß sie z. B. der Luft und dem Wasser sofort den Sauerstoff entziehen. Daher kommt es, daß das Wasser mit großer Heftigkeit von ihnen zersetzt wird. Es läßt sich dies leicht beobachten, wenn man z. B. ein kleines Stückchen Kalium auf Wasser wirft, wobei zugleich der freiwerdende Wasserstoff mit violetter Flamme verbrennt.

Die in der Natur am meisten verbreiteten Salze des Kalium sind: das kieselsaure Kalium (im Feldspat, Glimmer, wie in der Ackererde) und das salpetersaure Kalium, welch letzteres in südlichen Gegenden öfters aus der Erde auswittert.

Die Asche der Landpflanzen besteht der Hauptsache nach aus kohlensaurem Kalium (Pottasche).

Das Natrium findet sich in großer Menge im Salz (Kochsalz = Chlornatrium: Na Cl), sowohl im Meerwasser als auch, wie bekannt, in mächtigen unterirdischen (Steinsalz-) Lagern.

Die Asche der Seepflanzen besteht im Gegensatz zu derjenigen der Landpflanzen aus kohlensaurem Natrium (Soda = Na^2 CO^3).

Von dem Reichtum der Meere an Chlornatrium kann man sich eine Vorstellung machen, wenn man bedenkt, daß, falls es gelänge, die Ozeane abzudampfen, der Boden sämtlicher Meere sich mit einer ca. 20 m dicken Salzkruste bedecken würde.

10. Der Wasserstoff (Hydrogenium).

Chem. Zeichen: H.

Der Wasserstoff ist der leichteste unter allen irdischen Körpern, $14^1/_2$ mal leichter als die atmosphärische Luft, ein farb- und geruch-

loses Gas, welches mit schwachleuchtender, aber sehr heißer Flamme zu Wasser verbrennt.

Im freien Zustand kommt der Wasserstoff in Gasausströmungen von Vulkanen vor; gebunden spielt er eine sehr große Rolle als Bestandteil sämtlicher organischer Körper, sämtlicher Säuren, und nicht zum wenigsten des Wassers, das ja bekanntlich aus 11,11 % Wasserstoff und 88,88 % Sauerstoff zusammengesetzt ist.

11. Der Kohlenstoff (Carbonium).

Chem. Zeichen: C.

Der Kohlenstoff bildet die Grundmasse sämtlicher organischen Körper, der lebenden wie der fossilen Pflanzenwelt (Steinkohle, Braunkohle 2c.). In der Natur kommt er in drei Modifikationen vor, welche trotz der Verschiedenheit ihrer physikalischen Eigenschaften darin übereinstimmen, daß sie selbst bei den höchsten Temperaturen sich nicht verflüchtigen und beim Erhitzen sich mit Sauerstoff zu Kohlensäureanhydrid verbinden.

Diese drei Modifikationen sind:

1) der Diamant, meist farblos, in regulären Formen kristallisiert, ist bekanntlich der härteste unter allen irdischen Körpern und der geschätzteste Edelstein, der zugleich das Licht am stärksten bricht; spez. Gewicht 3,55.

2) der Graphit, schwarze, weiche, stark abfärbende Massen, von meist blättrigem Gefüge. Spez. Gewicht 1,8—2,2. Seine Kristalle werden dem hexagonalen System zugerechnet.

3) die amorphe Kohle, schwarz, nicht kristallisierbar, wesentlicher Bestandteil der Braunkohle, Steinkohle 2c.

Die einfachsten Verbindungen des Kohlenstoffs sind die Kohlenwasserstoffe, nur aus Kohlenstoff und Wasserstoff bestehend. Verschiedene derselben sind im Leuchtgas enthalten, und einer davon, das Acetylen ($C^2 H^2$), spielt, wie bekannt, gegenwärtig ebenfalls zu Beleuchtungszwecken eine ziemliche Rolle.

Von den vielen weiteren Verbindungen des Kohlenstoffs ist noch besonders anzuführen die Kohlensäure ($H^2 CO^3$) und das Kohlensäureanhydrid (CO^2), welch letzteres in kleiner Menge stets in der Luft sowie in natürlichen Mineralwassern vorkommt.

Die Salze der Kohlensäure (Carbonate) kommen in der Natur sehr häufig vor und gehören zu denjenigen Verbindungen, mit denen der Geologe beinahe täglich zu thun hat. So besteht der gewöhnliche Kalkstein aus kohlensaurem Kalk ($Ca\,CO^3$), der Dolomit aus kohlensaurem Kalk und kohlensaurer Magnesia ($Ca\,CO^3 + Mg\,CO^3$).

12. Der Stickstoff (Nitrogenium).

Chem. Zeichen: N.

Dieser Stoff, ein farb- und geruchloses Gas, vom spezifischen Gewicht 0,97, kommt neben dem Sauerstoff in freier Form zu 77% in der Luft vor. Seine Verbindung mit Wasserstoff ist das Ammoniak (NH^3), seine wichtigste Säure die Salpetersäure (HNO^3).

Die Salze der letzteren (Nitrate), z. B. das Kaliumnitrat, d. h. der Salpeter (KNO^3) und das Natriumnitrat ($Na\,NO^3$) kommen in der Natur reichlich vor.

Neben obigen zwölf nennen wir als für die Geologie besonders wichtig etwa noch die folgenden Elemente.

13. Das Chlor (Chlorum).

Chem. Zeichen: Cl.

Das Chlor ist in freiem Zustand bei gewöhnlicher Temperatur ein grünlichgelbes Gas von erstickendem Geruch, und dem spezifischen Gewicht 2,4. Bei — 40° C oder auch unter einem Druck von 4 Atmosphären bei 15° C verwandelt es sich in eine grünlichbraune Flüssigkeit. In der Natur kommt es nur in Verbindungen vor, von denen die wichtigste, das Kochsalz (Chlornatrium, Na Cl), allgemein bekannt ist.

Chemisch verwandt mit dem Chlor sind: Jod, Brom, Fluor.

14. Der Schwefel (Sulphur).

Chem. Zeichen: S.

Der Schwefel ist ein gelber, fester, kristallisiert und derb vorkommender Körper, der mit bläulicher Flamme und erstickendem Geruch zu Schwefligsäureanhydrid (SO^2) verbrennt. Seine Verbindung mit Wasserstoff, der Schwefelwasserstoff ($H^2\,S$), kommt in vulkanischen Gasen, auch in gewissen natürlichen Mineralquellen vor und verleiht letzteren ihren eigenartigen Geruch.

Seine wichtigste Säure ist die Schwefelsäure (H^2SO^4), welche nebst ihren Salzen in der Technik viel verwendet wird.

Die Verbindungen des Schwefels mit Metallen spielen in der Mineralogie unter dem Namen von „Kies“, „Glanz“ und „Blende“ eine nicht unbedeutende Rolle.

15. Der Phosphor (Phosphorus).

Chem. Zeichen: P.

Dieser Stoff kommt in der Natur nur in Gestalt von phosphorsauren Salzen (Phosphaten) vor, z. B. auch in der Ackererde, von wo aus er in die Pflanzen gelangt, die ihn, wie den Stickstoff, notwendig zum Leben brauchen. Dasselbe ist bei den Tieren der Fall.

Der Phosphor findet sich, an organische Substanz gebunden, z. B. im Gehirn und im Eigelb; die Asche der Knochen enthält ca. 85 % phosphorsauren Kalk. Der reine Phosphor wird deshalb auch aus der Knochenasche fabrikmäßig dargestellt. Derselbe bildet eine farblose bis gelbliche, wachsglänzende, schneidbare Masse von eigenartigem Geruch und muß seiner leichten Entzündlichkeit halber stets unter Wasser aufbewahrt werden.

Daß der Phosphor stark giftig ist, weiß jedermann; die Phosphorsäure dagegen zählt zu den völlig harmlosen Körpern.

Von diesem, dem gewöhnlichen Phosphor, unterscheidet man den sogenannten amorphen oder roten Phosphor, ein dunkelrotes, von selbst sich nicht entzündendes, ungiftiges Pulver („schwedische Zündhölzchen“).

Chemisch verwandt mit dem Phosphor ist das Arsen (As), welches in vielen Mineralien vorkommt.

Außer den bisher genannten Elementen sind für die Geologie und Mineralogie von besonderer Wichtigkeit noch die folgenden, die sämtlich zur Gruppe der Schwermetalle gehören.

Namen.	Chemisches Zeichen.	Wichtigste in der Natur vorkommende Verbindungen.
16. Blei (Plumbum)	Pb	Bleiglanz (PbS); Weißbleierz ($PbCO^3$).
17. Zinn (Stannum)	Sn	Zinnstein (SnO^2).
18. Zink (Zincum)	Zn	Zinkblende (ZnS); Galmei ($ZnCO^3$).

Namen.	Chemisches Zeichen.	Wichtigste in der Natur vorkommende Verbindungen.
19. Mangan (Manganum)	Mn	Braunstein (MnO^2); Manganspat ($MnCO^3$).
20. Nickel (Niccolum)	Ni	Rotnickelkies (Ni As); Haarkies (Ni S) u. ähnl.
21. Kupfer (Cuprum)	Cu	gediegen; Kupferkies ($Cu^2 S + Fe S^3$) und andere.
22. Quecksilber (Hydrargyrum)	Hg	gedieg.; Zinnober (Hg S).
23. Silber (Argentum)	Ag	gediegen; Silberglanz (Ag^2S).
24. Gold (Aurum)	Au	meist gediegen.
25. Platin (Platinum)	Pt	gediegen im Platinerz.

Es sei übrigens hier daran erinnert, daß 99 % der gesamten (toten) Erdkruste nur aus 9 Elementen gebildet wird. Nehmen wir 5 weitere hinzu, so haben wir auch noch die Grundstoffe für die gesamte Lebewelt unseres Planeten; denn alle übrigen Elemente zusammen machen noch nicht einmal 1 % der Erde aus.

Die dreierlei Erscheinungsformen der Materie.

Bekanntlich kann jeder Stoff in dreierlei Formen (Aggregatzuständen) auftreten: fest, tropfbar flüssig und gasförmig. In der Natur selbst kommt begreiflicherweise immer nur die eine oder die andere Modifikation vor, d. h. die Körper sind entweder fest oder flüssig oder gasförmig. Künstlich können aber die beiden andern Formen immer auch dargestellt werden: durch Erhitzen geht die feste Form in die flüssige und gasförmige, durch Abkühlung und Druck die letztere in die ersteren über, wie dies am besten das Wasser zeigt.

Bis vor wenigen Jahren war es allerdings nicht möglich, gewisse Gase (Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff) zu flüssigen oder gar festen Körpern zu verdichten; man redete daher hier von permanenten Gasen. Neuerdings ist es aber gelungen, auch diese Gase, wie dies bei der Kohlensäure schon längst geschehen war, flüssig darzustellen. Im Jahre 1892 machte zuerst Professor Dewar in London das Experiment mit der atmosphärischen Luft. Neuerdings baute Professor Linde in München eine Maschine zur Ver-

flüssigung solcher Gase, die auf der Landesausstellung in Nürnberg (1898) tadellos funktionierte.

Bei Gelegenheit der Verflüssigung der atmosphärischen Luft wurden dann zugleich einige weitere, bisher unbekannte Gasarten entdeckt, die besondere Linien im Spektrum zeigen, und denen man deshalb neue Namen beigelegt hat (wie Helium und Argon).

Dasjenige unter den bisher sogenannten „permanenten" Gasen, das am längsten der Verflüssigung und vollends dem Festwerden widerstand, ist der Wasserstoff. Allein was schon Faraday, der zum erstenmal einen bisher nur in Gasform bekannten Stoff, das Chlor, verflüssigte, im Jahr 1823 vorausgesagt hatte, daß dies nämlich mit der Zeit noch bei allen Gasen gelingen werde, das ist am 10. Mai 1898 dem Professor Dewar auch mit dem Wasserstoff wirklich gelungen. Ja, derselbe brachte diesen Stoff nicht bloß zum Flüssig-, sondern sogar bis zum Festwerden, indem in einer Glasröhre, in welcher die atmosphärische Luft unter einem Druck von 180 Atmosphären und bei einer Temperatur von — 205 ° C bereits erstarrt war, ein Strahl flüssigen Wasserstoffs gefror. Somit kann man jetzt, so sonderbar dies auch klingen mag, die Luft, den Stickstoff, ja sogar den Wasserstoff in fester Form herstellen und vielleicht bald „auf Lager halten".

Bedeutung der chemischen Formeln.

Für jeden, der die Gesteine kennen lernen will, ist es von Wichtigkeit, die erwähnten 25 Elemente und ihre wissenschaftlichen „Zeichen" sich einzuprägen. Wird doch die Schreibung nicht bloß eines einfachen, sondern auch eines zusammengesetzten Stoffs außerordentlich dadurch erleichtert und durch die betreffende Formel dem, der sie lesen kann, sofort auch angegeben, in welchem Verhältnis die verschiedenen Stoffe in dem betreffenden Körper sich zusammensetzen.

Man muß sich nämlich als erstes Gesetz die Thatsache merken, daß die Elemente sich stets nach ihren Gewichtsteilen (Äquivalenten) oder deren Vielfachen mit einander verbinden. Schwefelsäure z. B. (oder genauer ausgedrückt: Schwefelsäureanhydrid) besteht aus 16 Gewichtsteilen Schwefel und 24 Gewichtsteilen Sauerstoff, oder,

wenn man die stereotype Zahl des Schwefels (16) = 1 setzt, aus 1 Äquivalent Schwefel (S) und 3 Äquivalenten Sauerstoff (O). Man schreibt also kurzweg SO_3 und jeder weiß, daß diese Formel „Schwefelsäure" bedeutet. Verbindet sich aber 1 Äquivalent Schwefel (16 Teile) mit 2 Äquivalent Sauerstoff (16 Teilen) so bekommt man schweflige Säure (SO_2); eine Verbindung endlich, bei der 1 Äquivalent Schwefel (16 Teile) mit nur 1 Äquivalent Sauerstoff (8 Teilen) sich vereinigt, heißt man unterschweflige Säure (SO).

Nach derselben Regel geben wir noch ein paar altbekannte Beispiele: Die Vereinigung von 1 Äquivalent Schwefel (S) mit 1 Äquivalent Quecksilber (Hg) giebt Zinnober; die Formel des letzteren ist daher kurzweg HgS, was jeder versteht, der auch nur die Anfänge der Chemie los hat. H_2O ist = Wasser; denn dieses besteht aus 2 Äquivalent Wasserstoff (H) und 1 Äquivalent Sauerstoff (O). Na Cl d. h. Chlornatrium ist Kochsalz; $Ca\,C\,O_3$ d. h. Calcium in Verbindung mit Kohlensäure (bei welcher 1 Äquivalent Kohlenstoff (C) mit 3 Äquivalent Sauerstoff (O_3) sich verbinden), ist die Formel für unsern gewöhnlichen (kohlensauren) Kalk. In derselben Weise bedeutet $Si\,O_2$ den Quarz (Kieselsäureanhydrit), $Fe\,S^2$ Schwefelkies ꝛc.

Entstehung von Salz, Gips und Tropfstein.

Die Chemie zeigt uns, wie infolge von Lösungen und Verbindungen gewisse Gesteine, die in der Natur vorkommen, entstanden sind und fortwährend entstehen. Wir nennen nur die verbreitetsten und bekanntesten, die ihr Dasein zweifelsohne dieser (chemischen) Entstehungsweise verdanken, nämlich Salz, Gips und auch ein Teil unseres Kalkes. Hängt ein Meer mit einem flachen See zusammen, so zwar daß eine Barre unter dem Wasser beide von einander trennt, und stets so viel Meerwasser über die Barre weg in jene Bucht einläuft, als in dieser fortwährend verdunstet, so setzt sich auf dem Grund der letzteren nach und nach eine Salzkruste ab, die von Jahr zu Jahr dicker wird und schließlich Salzstöcke von vielen Metern Mächtigkeit erzeugen kann.

Dieser Fall findet sich z. B. thatsächlich in der sogen. Kara

Bugas, einer großen Bucht an der Ostküste des Kaspischen Meeres, deren Boden mit einem mächtigen Salzlager bedeckt ist.

Dasselbe wäre im Roten Meer der Fall, wenn an dessen Südende eine Barre von Arabien nach Afrika auf seinem Grund herüberginge.

So sind denn offenbar auch unsere Steinsalzlager in früheren Erdperioden entstanden, wenn auch ganz besonders günstige Umstände zusammenwirken mußten, um Salzmassen zu erzeugen, wie wir sie z. B. in der preußischen Saline Staßfurt links der Elbe (bei Wittenberg) haben, deren Lager hunderte von Metern mächtig sind.

Welch ungeheure Vorräte dort aufgehäuft sind, und welche Ausdehnung dieses Salzlager besitzt, zeigt insbesondere das Bohrloch von Sperenberg bei Berlin, wo man die Salzschichte offenbar desselben Stocks 1182 m durchsenkte, ohne doch auf die untere Grenze des Salzes zu stoßen. Hier (bei Staßfurt) kommt dann die weitere, hochinteressante Thatsache hinzu, daß nicht bloß Na Cl (d. h. Chlornatrium oder Kochsalz), sondern auch noch andere, nämlich Kali- und Magnesiumsalze sich finden.

Und zwar sind letztere stets über dem Steinsalz gelagert und werden daher zuerst als „Abraumsalze" abgebaut. Als solche haben sie nicht bloß, weil sie ein treffliches Düngemittel abgeben, hohen industriellen Wert*), sondern noch wichtiger fast ist ihre wissenschaftliche Bedeutung, indem sie einen Fingerzeig geben für die Entstehung jenes ganzen gewaltigen Salzlagers.

Es ging nämlich bei derselben offenbar genau so zu, wie man es bei künstlicher Verdampfung einer sogenannten „Mutterlauge" oder auch an gewissen Stellen des Seestrandes in der Natur beobachtet. Trocknet an warmen Ufern eine vom Meer abgetrennte, aber mit dessen Wasser gefüllte, flache Bucht aus, so scheidet sich zuerst Gips (schwefelsaurer Kalk), dann gewöhnlicher (d. h. kohlensaurer) Kalk, dann Chlornatrium oder Kochsalz und zuletzt die Reihe der übrigen Salze (Kali- und Bittersalze) aus, die sich in der genannten Reihenfolge über einander ablagern.

*) Die Ausbeutung dieser „Abraumsalze" hat zurzeit in Staßfurt solche Dimensionen angenommen, daß die Gewinnung des eigentlichen Salzes völlig dadurch in den Hintergrund gedrängt ist. Insbesondere hat die Kalierzeugung aus jenen Abraumsalzen die ganze frühere Pottascheindustrie lahm gelegt.

Genau denselben Vorgang zeigt die künstliche Abdampfung derart gelöster Stoffe in einer Retorte. Und so haben wir in jenen Staßfurter Salzlagern offenbar nichts anderes als die Erzeugnisse eines großen Seebeckens, das, zur Dyaszeit vom Meer abgetrennt, die verschiedenen im Wasser gelösten Stoffe beim Austrocknen gleichsam in einer Riesenretorte, und zwar ebenfalls in der Reihenfolge absetzte, wie wir es vorhin aufgeführt haben.

Wenn in den meisten unserer übrigen Salinen die sogen. Abraumsalze fehlen, so kommt dies einfach daher, daß der Verdampfungsprozeß hier nicht bis zum Schluß fortging. In allen Steinsalzgebirgen dagegen ist Gips und Kalk vorhanden, und zwar meist so, daß er sich wie eine Art schützenden Mantels um den Salzkern herum legt, eben weil er sich etwas vor der Bildung des Salzes ausgeschieden hat.

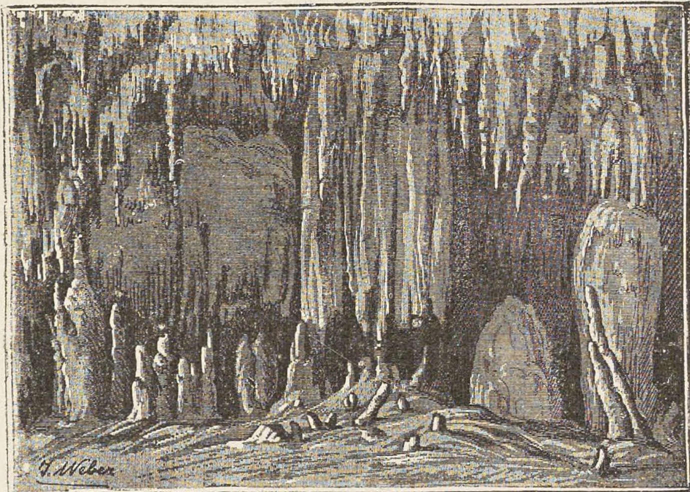


Fig. 20. Adelsberger Grotte.

Dieser Gips- oder vielmehr Anhydritmantel ist in der That ein Schutz für das Salz, das längst aufgelöst und weggeführt wäre, wenn die Tagwasser zu ihm hinabdringen würden. Er bildete sich in der Art, daß zuerst Gips d. h. wasserhaltiger schwefelsaurer Kalk sich niederschlug, über dem dann später, als die Salzlauge konzentrierter wurde, infolge Entziehung des Wassers durch letztere,

Anhydrit (wasserfreier schwefelsaurer Kalk) zum Absatz gelangte. So sind also heutzutag alle unsere Steinsalzlager mit einer Schutzhülle von Anhydrit umgeben. Daß letzterer durch Hinzutritt von Wasser sich wieder in Gips umwandeln kann, ist selbstverständlich und kommt oft genug vor, nicht eben zur Freude der Techniker.

Denn es ist eine bekannte Thatsache, daß bei einem derartigen Umwandlungsprozeß große „Blähungen" des Gesteins stattfinden und ganze Berge „lebendig" werden können. Dies hat z. B. eben in Salinen schon großes Unheil und bei Bahnbauten allerlei Unzuträglichkeiten angerichtet. So brauchte es Jahre, bis der Boden im Tunnel bei Weinsberg endlich zum Stehen kam, da dessen Anhydritgestein durch das einsickernde Wasser sich in Gips verwandelte und dabei gewaltig sich aufblähte.

Im übrigen zeigen uns diese Beispiele, wie in der That mächtige Gebirgsablagerungen auf rein chemischem Weg entstehen können, und zwar gilt dies nicht bloß ohne Zweifel von sämtlichem Salz und Gips, sondern auch von einem Teil unseres Kalks. Wir können, was den letzteren betrifft, hier auch die Bildung des Tropf- und sogen. Tuffsteins hinzunehmen.

Wer schon eine Höhle in irgend einem der daran so reichen Kalkgebirge, also etwa in unserer Alb sich angesehen hat, der kennt ja wohl jene merkwürdigen Steingebilde, die wir mit dem Namen Stalaktiten (von der Decke herabhängende) und Stalagmiten (vom Boden aufwärts wachsende Zapfen) bezeichnen. Man redet auch dabei und zwar ganz richtig von Tropfsteingebilden, (vgl. z. B. die Abbildung eines Teils der Adelsberger Grotte auf S. 81, Fig. 20); denn in der That verdanken sie alle ihre Entstehung dem von der Decke der Höhle fortwährend herabtropfenden Wasser. Fast überall wird man ja auch schneeweiße, durchsichtige Kalkröhrchen von Federkieldicke an den Wänden erblicken, an deren unterem Ende, das noch ganz weich und milchig ist, jedesmal ein Wassertröpfchen hängt. Das giebt uns Auskunft über die Entstehung dieser Tropfsteine. Das durch Kalkgebirg fließende Wasser löst vom Kalk einiges auf, ist also mit einer Lösung von doppelkohlensaurem Kalk getränkt. Fließt es nun langsam über Moos oder Wurzeln u. dgl., oder fällt es tropfenweise zu Boden, so verdunstet währenddem ein Teil des Wassers, ebenso geht ein Teil der

Kohlensäure als Gas weg und der schwerlösliche kohlensaure Kalk schlägt sich als feste Kruste und zwar in kristallinischer Form nieder.

Genau derselbe Prozeß spielt sich bei der Sinter- und Tuffbildung ab, wie wir dies tagtäglich und überall beobachten können, wo kalkhaltiges Wasser langsam über eine Böschnng herabrieselt, oder wie es die Bildung des sogen. Kesselsteins in unsern Kochtöpfen, Dampfkesseln ꝛc. oft in höchst widerwärtiger Weise zeigt.

Daß auch in Sandsteingebirgen solche Tuffbildungen vorkommen können, scheint auf den ersten Anblick rätselhaft. Und doch finden wir's in der Natur thatsächlich überall. Nicht nur die Höhlen im Sandsteingebiet der Karpaten sind mit den schönsten Stalaktiten austapeziert, sondern auch die Spalten und Klüfte in den Sandsteinlagern des schwäbischen Jura (z. B. im „Angulatensandstein" des unteren Lias und im „Personatensandstein" des braunen Jura β) zeigen sich von spätigen Kalktuffgebilden durchzogen. Das Rätsel löst sich höchst einfach, sofern diese Sandsteine ein kalkiges Bindemittel haben, das eben die Sandkörner zu einer festen Masse verkittet. Die Wasser nun, die durch die Fugen des Gebirgs sickern, lösen diesen Zement auf und setzen den Kalk wieder an geeigneten Stellen als Kalkspat oder Tropfstein ab.

Dies ist auch der Grund, weshalb diese Sandsteine manchmal innen blaugrau, außen aber rostgelb gefärbt sind. Das im Innern noch intakte Material ist ein Sandstein, dessen kalkhaltiges Bindemittel Eisenoxydulkarbonat enthält, und dieses wird bei der Zersetzung (an der Luft) in Eisenoxydhydrat (Limonit) umgewandelt (wird „rostig"). Zu gleicher Zeit kann dann jenes kalkige Bindemittel durch Auslaugung weggeführt werden; so zerfällt dann die Masse zu sandigem Mulm („Malm- oder Malbsteine").

Kann man doch dasselbe wahrnehmen z. B. in Gewölben, die, aus Sandstein gebaut, gar oft von der Decke Stalaktiten wie Eiszapfen herabhängen lassen; auch diese haben sich gebildet durch Wasser, das den Kalkmörtel berieselte und beim Abtropfen und Verdunsten einen Teil des Kalks in Form von Stalaktiten niederschlug.

Letzteren Vorgang beobachteten wir einmal wunderhübsch in einer Felsengalerie an der Flüelastraße. Dort hingen von dem

Deckengewölbe tausend und aber tausend Kalkröhrchen herab und an jedem derselben saß unten noch ein Wassertropfen, genau so wie wir's oben von unsern Höhlen beschrieben haben.

Gleichzeitig bot aber jene Erscheinung eine erwünschte Handhabe, um einigermaßen über die Zeitdauer Aufschluß zu geben, während welcher sich derartige Vorgänge abspielen. Die betreffende Galerie war nämlich erst 8 Jahre zuvor erstellt worden; es hatten sich demnach die damals etwa fingerslangen Kalkröhrchen in wenigen Jahren erzeugt, ein Beweis, wie rasch verhältnismäßig solche Tropfsteingebilde in unsern Höhlen „wachsen", oder, wenn rohe Hände sie abgeschlagen, wieder „nachwachsen" können."

Welch gewaltige Kalksteinmassen aber auf diesem Wege unter Umständen sich ablagern, das zeigen namentlich unsere Kalktufflager, die nach und nach ganze Thäler ausfüllen können.

So besteht z. B. in fast allen Albthälern der obere Boden derselben aus solchem „Tuffstein" oder auch Tuffsand, und steigert sich von Jahr zu Jahr durch weiteren Zuwachs. Ja, der betreffende Bach oder Fluß erhöht fortwährend sein eigenes Bett durch solche Sinterbarren, die er absetzt und giebt dadurch Veranlassung zu Wasserfällen und Stromschnellen, indem er gezwungen ist, über diese selbst bereiteten Tuffbarren seine Fluten zu ergießen.

Am großartigsten zeigen sich derartige Bildungen bei Tivoli (dem alten Tibur, 6 Stunden östlich von Rom), wo der Anio über eine solche selbst geschaffene Tuffwand in einem fast 20 m hohen Wasserfall brausend herabstürzt. Das Material stammt aus dem Kalkgebirg der Apenninen und wird noch fortwährend vom Fluß als „Tuffstein" oder „Travertin" (d. h. lapis „Tiburtinus") abgesetzt. Er galt schon bei den Alten und gilt heute noch als geschätztester Baustein Roms, (das Kolosseum, die Engelsburg, die Peterskirche aus „Travertin"quadern erbaut), wie denn auch anderwärts die Tuff-, oder, wie sie in Schwaben heißen, Tauchsteine einen hohen Wert für das Baugewerbe haben.

Ganz ähnlich wie Kalksinter kann sich auch Kieselsinter ablagern, nur bedarf es zu dessen Bildung warmen oder heißen Wassers, wie dies die berühmten Kieselgebilde beweisen, die von Neuseeland, vom Yellowstonepark in Nordamerika und auch von den Geisirgebieten Islands bekannt

sind und die Bewunderung aller Reisenden erregen. Die dortigen Sprudel- und Thermalquellen haben die herrlichsten und großartigsten Sinterbecken geschaffen, in deren Kieselschalen kristallklares Wasser sich sammelt.

Besteht demnach kein Zweifel darüber, daß ein Teil unseres Kalks und Kiesels, sowie daß sämtlicher Gips, Anhydrit, sowie alles Salz auf chemischem Weg, durch Ausscheidung aus einer wässerigen Lösung, sich gebildet hat, so ist dagegen die Entstehung des Dolomits noch bis auf den heutigen Tag ein ungelöstes Rätsel.

Bildung des Dolomits.

Unter Dolomit*) versteht man jene eigentümliche Gesteinsart, wie sie besonders in den „Dolomitgebirgen" Südtirols in so großartiger Weise auftritt. Es ist eine Verbindung von kohlensaurem Kalk und kohlensaurer Bittererde (Magnesia), und zwar bei normalem Dolomit ungefähr in dem Verhältnis, daß beide Stoffe je hälftig gemengt sind.

Im übrigen ist dieses Verhältnis sehr fließend, indem bald mehr bald weniger Bittererde dem Gestein beigemengt sein kann; giebt es ja doch in der Natur wahrscheinlich überhaupt keinen Kalk, in welchem die Bittererde vollständig fehlt. Man redet daher wohl noch richtiger, je nachdem die eine oder die andere der beiden genannten Substanzen vorschlägt, entweder von dolomitischem Kalk oder von kalkigem Dolomit.

Der eigentliche Dolomit ist übrigens auch durch seine äußere Erscheinung nicht unschwer vom Kalk zu unterscheiden. Er fühlt sich nämlich fast sandig an, hat meist ein kristallinisches (oft zuckerkörniges Gefüge und erscheint als ungeschichtetes Gestein.

Die große Frage ist nun die: wie ist die Bittererde hier in den Kalk hineingekommen? Denn daß der Dolomit oft genug zuerst gewöhnlicher Kalkstein war, scheint fast gewiß zu sein, und zwar um so mehr, als zweifelsohne unsere meisten Dolomitgesteine zoogener Natur d. h. das Erzeugnis von Tieren (Korallen ꝛc.) sind, die aber ihre Schalen und Gerüstbauten fast ausschließlich aus (kohlensaurem) Kalk herstellen.

*) Zu Ehren seines Entdeckers, des berühmten französischen Geologen Dolomieu († 1801) so genannt.

Hätten wir es bei diesen Vorkommnissen nur mit einzelnen, kleinen Mengen zu thun, so würde die oft gegebene Erklärung vollkommen ausreichen, daß bittererdehaltige Tagwasser, von oben in das Kalkgebirge eingesickert, demselben die Magnesia zugeführt, oder daß gewöhnliche Wasser, wenn die Bittererde schon in den Gesteinsmassen vorhanden war, den Kalk zum Teil ausgelaugt haben. Das mag z. B. bei dem lokalen Auftreten des Dolomits im oberen Weißjura Schwabens und Frankens (fränkische Schweiz) wirklich der Fall gewesen sein.

Immerhin hat man hier wie bei den so viel großartigeren Dolomitstöcken in den Alpen an Korallenriffbildungen zu denken. Und da ist nun neuerdings (durch Högbom und Walther) nachgewiesen worden, daß riffbildende Korallen ihre Bauten wesentlich mit Hilfe und auf Grund von Lithothamnien d. h. kalkabsondernden Algen aufführen, deren Ueberreste sie als Material für ihre Riffe verwenden. Diese Lithothamnien aber enthalten erwiesenermaßen bis zu 13% Magnesiakarbonat (die Korallen als solche nur 1%). Ebenso sollen Muschelschalen nach längerer Berührung mit Meerwasser sich in fast reinen Dolomit umwandeln können (Walther). Wenn derartige Gehäuse mit jenem Lithothamniendetritus vermengt somit bittererdehaltigen Kalk den Korallen darbieten, so liegt die Vermutung sehr nahe, daß letztere schon ihre Riffe aus Dolomit aufgebaut haben. In der That sind auch nicht nur im sogen. „Leithakalk", dem Baustein von Wien, sondern ebenso am Monte Salvatore bei Lugano im eigentlichen Dolomitgebiet Lithothamnien zusammen mit Riffkorallen im Gestein nachgewiesen worden.

Wenn wir freilich an jene Dolomitmassen in Südtirol denken, wo wir Dolomitgebirge von mehr als 1000 m Mächtigkeit auf dutzende von Meilen hin aufragend finden: da reicht auch diese Erklärung nicht mehr aus, ebensowenig aber die andere, daß nämlich infolge von vulkanischen Vorgängen die Bittererde in warmen Wassern (Thermen) gelöst vom Erdinnern heraufgedrungen sei und die Kalke infiltriert habe.

So viel scheint jedenfalls sicher zu sein, daß die Magnesiasalze des einstigen Meeres, in welchem die betreffenden Tiere gelebt und ihre Schalen und Gerüste (zunächst aus kohlensaurem Kalk) abgesetzt haben, den Stoff zur Dolomitisierung jener Kalkbauten hergaben,

und zwar muß diese Umwandlung noch zu einer Zeit vor sich gegangen sein, bevor andere, mächtige Sedimentmassen sich über jenen Kalkmassen abgelagert hatten. Wie aber der (jedenfalls chemische) Prozeß im einzelnen verlaufen ist, bleibt, wie gesagt, vorerst noch Geheimnis.

Viel bedeutender indes sind diejenigen Gesteine, deren Ablagerungen und Umwandlungen sich auf mechanischem Wege vollzogen haben, über deren Bildungsweise wir also, wenn wir sie richtig verstehen wollen, bei der

b) Physik

anfragen und uns deren wichtigste Gesetze kurz einprägen müssen. Von den vielen hier in Betracht kommenden Erscheinungen können wir natürlich nur die bekanntesten ins Auge fassen und beginnen zunächst wiederum mit der Bildung von

Kalkgestein, das aber nicht mehr, wie die oben besprochenen Kalklager (Tuff, Tropfstein, Dolomit ꝛc.) durch chemische Umwandlung, sondern auf mechanischem Weg, nämlich durch einfache Ablagerung von Kalkschlamm, entstanden ist. Ohne Zweifel gehört hiezu sogar der weitaus größere Teil unserer heutigen Kalkgebirge, die wir uns eben als Ablagerungserzeugnisse der Tiefsee zu denken, in letzterer Beziehung aber allerdings ebenfalls auf Tier- oder Pflanzenprodukte zurückzuführen haben, so daß in der That fast all unser Kalk auf Erden organogenes Gestein wäre.

Entstehung der Sedimentgebirge (Kalk-, Sandstein-, Thonlager).

Zum besseren Verständnis dieses Gebiets nehmen wir wieder die Vorgänge in unsern heutigen Meeren zu Hilfe, wie sie insbesondere durch die neuesten Forschungen mit dem Schleppnetz an den Tag gebracht worden sind. Hier hat man sich nun vor allem zu merken, daß die Stoffablagerungen, die von den Küsten des Ozeans gegen die Tiefsee zu beobachtet werden, nach ganz genau bestimmten Gesetzen stattzufinden pflegen, wie eben die Physik sie an die Hand giebt.

Zunächst wälzen die ins Meer sich ergießenden Flüsse und Ströme, insbesondere die großen, eine Masse Material hinein. Letzteres besteht freilich kaum mehr aus größeren Gesteinsbrocken; denn

die sind alle während des langen Transports zu Sand und Schlamm zerrieben worden. Nur wo Bäche mit sehr kurzem Lauf von hohen Bergen herab ins Meer fallen, oder wo dieses seine Wogen brandend an steile Felsküsten anschlägt, wird das Ufer mit größeren Gesteinsstücken bedeckt, die aber natürlich bald durch fortwährendes Wellenspiel abgerollt und mit der Zeit vielleicht durch irgend ein Bindemittel zu einem Konglomerat verkittet werden.

Sonst überall, insbesondere an flachen Seeküsten und an der Mündung großer Ströme findet sich nur Sand und zwar fast immer Quarzsand. Quarz ist ja eines unserer härtesten, als Gesteinsbildner auftretenden Mineralien, das am wenigsten von chemischen Veränderungen zu leiden hat. Mag also auch solch ein Quarzgestein mechanisch noch so sehr abgerollt, zerkleinert und zerbrochen werden, das kleinste Korn bleibt eben, was es von Haus aus war: Quarz; und mit solchem Quarzsande umsäumen sich daher auch fast alle unsere Meeresufer.

Im übrigen geht dieser Sand nirgends, wie man etwa denken möchte, sehr weit in die See hinein. Nur etliche Meilen, vom Strand aus gerechnet, ist der Meeresboden noch damit bedeckt. Dann folgt, abermals etwa 30—36 (geographische) Meilen weit, Schlammablagerung, so daß man sich die Küsten unserer Festländer mit einem doppelten Gürtel von Niederschlägen umgeben zu denken hat: zuerst (bei steilen Felsküsten etwa grobes Geröll, dann) Sand, hierauf Thonschlamm, der meist von den Flüssen ns Meer hinausgeführt war.

Diese Art der Ablagerung stimmt auch durchaus mit dem physikalischen Gesetz, nach welchem zuerst das schwerere Material (Geröll, dann Sand) sich absetzt, wogegen das leichtere (der Schlamm) natürlich weiter forttransportiert wird. Von Kalkteilchen, die etwa im Flußwasser noch vorhanden waren, ist übrigens dieser Thonschlamm, bis er ins Meer kommt, völlig oder fast völlig befreit; denn das (kohlensäurehaltige) Wasser hat allen Kalk aufgelöst. Wenn daher in den eigentlichen und tiefen Meeresgründen trotzdem fast nur Kalkschlamm sich abgelagert, so rührt dies nicht mehr von dem durch die Flüsse eingeschwemmten Material, sondern von ganz anderen Vorkommnissen her.

Auf die Uferzone, die in unsern Meeren durchschnittlich etwa

40 Meilen beträgt, folgt nämlich erst die Tiefenzone und diese ist, wie eben die neuesten Schleppnetzforschungen gezeigt haben, durchweg mit einem gleichmäßigen, zuerst weißen, dann grauen und roten Kalkschlamm, dem sogenannten Tiefseeschlamm bedeckt, dessen genauere Untersuchung uns die merkwürdigsten Ergebnisse lieferte.

Hat es sich doch gezeigt, daß der weiße Schlamm, mit dem der Boden unserer Meere von einer Uferentfernung von durchschnittlich 40—50 Meilen an bis zu einer Tiefe von 4000 m überall bedeckt ist, aus lauter Schälchen und Schalenbruchstücken von winzig kleinen, höchst niederen Tierchen besteht, den sogenannten Forminiferen und Globigerinen, die zu Milliarden im Meer leben und sterben, und deren kleine Kalkgehäuse nach dem Tod ihrer Träger zu Boden sinken.

Dort häuft sich nach und nach aus diesem Kalkmaterial ein viele Meter dicker kreidiger Brei an, es ist der sogen. weiße Tiefseeschlamm, von dem wir eben geredet.

Aber noch merkwürdiger fast erscheint die weitere Thatsache, daß dieser Schlamm in noch größeren Meerestiefen (von 4000 bis 8000 und 10 000 m) zuerst ein graues, dann ein rotes Aussehen annimmt, und daß in diesem letzteren, dem sogenannten roten Tiefseeschlamm (Tiefseethon) organische Gebilde gar nicht mehr zu erkennen sind. Die Schälchen, aus denen auch er ohne Zweifel entstand, sind wahrscheinlich durch das in größerer Tiefe mit mehr Kohlensäure getränkte Meerwasser und durch den ungeheuren Druck, der in diesen Tiefen herrscht, völlig aufgelöst und vernichtet, der Brei aber hat durch Gehalt an Eisenoxyd eine rötliche Färbung angenommen. Daß die Sache sich so verhält und auch dieser Schlamm kleinen Lebewesen sein Dasein verdankt, ist auch experimentell bestätigt worden, indem Foraminiferenschälchen, die man im Tiegel mit Kohlensäure auflöste, in der That ganz denselben roten, breiigen Rückstand ergaben, wie wir ihn in den tiefsten Abgründen unserer Ozeane treffen.

Wenn man aber weiter in diesen Schlamm eingebettet auf dem tiefsten Meeresgrund vielfach auch Haifischzähne findet, von einer Form und Größe, wie sie uns bisher nur als fossil (aus der Tertiärzeit) bekannt sind, so legt das den ohne Zweifel berechtigten

Schluß nahe, daß jener rote Tiefseeschlamm sich schon lange vor der Jetztzeit (also noch vor dem Diluvium) da zu bilden angefangen habe, wo wir ihn jetzt heraufholen, mit andern Worten also, daß unsere Hauptozeane wahrscheinlich noch ins Tertiär zurückreichen.

Auf ganz dieselbe Weise aber haben sich ohne Zweifel in früheren Erdperioden eine Menge derjenigen Schichten gebildet, die wir jetzt als Kalkgebirge kennen. Vor allem zeigen die weißen Kreidefelsen ganz dieselbe Zusammensetzung (aus fast lauter Foraminiferenschälchen); aber auch die meisten Bänke in unserem Jurakalk dürften ursprünglich solcher Tiefseeschlamm gewesen sein, soweit nicht ihr Gefüge und ihre Einschlüsse auf Strandbildung hinweisen.

Letzteres ist z. B. immer da anzunehmen, wo wir in unsern Formationen Sand oder Sandstein, und vollends, wo wir Konglomerate in den Schichten eingelagert finden.

Auch die Thonlager deuten auf Ufergebilde hin, ebenso Korallen- oder Austernbänke, da diese Tiere stets in verhältnismäßig geringer Seetiefe leben. Wo wir aber gleichartige, versteinerungsarme Kalkschichten haben, wie öfters z. B. im Jura, da mag man an ursprünglichen Tiefseeschlamm als Erzeuger denken.

Werden dann später solche aus feinem Schlamm erzeugte Bänke einem großen Druck ausgesetzt, so sondern sie sich zu Platten ab und werden schiefrig (Posidonienschiefer des oberen Lias, lithographische Schiefer von Solnhofen aus oberem Weißjura). Sand, der, wie gesagt, stets ein Strandprodukt ist, erhärtet sich, durch irgend ein Bindemittel verkittet, zu Sandstein, der je nach den Druck- und sonstigen Verhältnissen entweder zu dicken Bänken oder zu dünnen Platten sich gestaltet, und bald gröberes, bald feineres Korn zeigt: auf diese Weise sind sämtliche Sandsteine unserer Flözformationen entstanden.

Sind in derartige Sandsteine gerollte Kiesel und sonstige Brocken eingebacken, was ja eben bei Uferbildungen oft genug vorkommt, so redet man von geröllführenden oder, wenn die Gerölle stark überwiegen, von konglomeratischen Sandsteinen, und auch solche finden sich in der Natur fast aus allen Erdperioden (Verrukano in der Dyas, gewisse Schichten im Buntsandstein, im Jura &c.) Ist das Gestein aus lauter gerollten Brocken zu einer

festen Masse zusammengebacken, so redet man von Konglomerat, wohin z. B. die sogen. Nagelfluhe*) gehört; besteht es aber aus eckigen, d. h. nicht zuvor durchs Wasser gerollten Stücken, so heißt es Breccie („der Riß, das „Zerissene"; vgl. Taf. VII, Fig. 2).

Am zähesten und widerstandsfähigsten unter den irdischen Stoffen ist nächst Quarz die Thonerde ($Al^2\,O^3$), die, wie wir gehört, in allen Silikatgesteinen eine große Rolle spielt. Gehen jene Gesteine im Lauf der Zeit durch chemische Zersetzung oder mechanische Zerstörung in Trümmer, so bleibt doch stets der Thon als eine Art feinen, fetten Schlammes zurück: er bildet die Grundlage für all die Thonschichten, denen wir in sämtlichen Formationen und in den verschiedensten Gestalten (auch mit Kalk gemengt) begegnen, wie wir denn bald von plastischem Thon, von Porzellanerde u. dgl., und dann wieder von Lehm, Letten, Löß, Mergel 2c. reden. Alle diese durch Wasser veränderten, zertrümmerten und wieder verkitteten, also jedenfalls echten Sedimentgebilde, zu denen auch die vulkanischen Tuffe zu rechnen sind, nennt man klastische**) oder Trümmergesteine.

Entstehung der Massengesteine.

Ganz anders als mit den Sedimentgebilden verhält es sich mit den Massen- oder Feuergesteinen, die sowohl ihrer Zusammensetzung als ihrer Entstehung nach (was freilich beides Hand in Hand mit einander geht), eine viel größere Einheitlichkeit darstellen als jene. In ersterer Hinsicht ist daran zu erinnern, daß die wesentlichsten Gemengteile bei ihnen (wie übrigens auch bei den kristallinen Schiefern) aus Kieselsäureverbindungen (Silikaten) bestehen, wie sie denn auch deshalb kurzweg unter dem Namen „Silikatgesteine" zusammengefaßt werden. Bezüglich ihres Ursprungs aber ist die heutige Wissenschaft nach langen und schweren Kämpfen endlich zu dem allgemein angenommenen Ergebnis gelangt, daß diese sämtlichen Gesteine in feuerflüssiger Gestalt aus dem

---

*) „Nagelfluhe", d. h. „Nagelwand", ein schweizerischer Volksausdruck für gewisse steilabfallende, aus solchem verbackenen Geröll bestehende Wände (wie z. B. am Rigi), wurde von dort in den wissenschaftlichen Sprachgebrauch herübgenommen vgl. Taf. IX, Fig. 2).

**) Griech. „zerbrochen."

Erdinnern hervorgebrochen, daß es also in der That samt und sonders Eruptions- oder Feuergesteine, und letztere Namen deshalb durchaus zutreffend für dieselben sind.

Selbstverständlich müssen auch auf sie und ihre Entstehung die allgemein giltigen physikalischen Gesetze ihre Anwendung finden, wie dieselben auf Grund wissenschaftlich in der Natur beobachteter Thatsachen aufgestellt wurden; und der beste, ja der einzig richtige Weg, die Wahrheit zu finden, ist auch hier wie bei der Untersuchung der Sedimentgesteine, daß man an unsern noch jetzt thätigen Feuerbergen Beobachtungen anstellt und deren Auswurfsstoffe mit den Massengesteinen früherer Erdperioden vergleicht, sowie daß man auf die Struktur- und Lagerungsverhältnisse der betreffenden Gesteine achtet. Wohl zeigen die einzelnen Arten dieser Gesteine große Verschiedenheiten nach Form und Inhalt; auch treten uns bei näherer Betrachtung derselben häufig Fragen entgegen, deren Lösung die größten Schwierigkeiten bereitet haben und noch bereiten. Doch hat die neuere Forschung schon manches Dunkel gelichtet, so daß viele Probleme früherer Zeiten besonders hinsichtlich der Beziehungen der einzelnen Gesteinsarten unter sich als gelöst betrachtet werden können. Es mag hier genügen, wenn wir daran erinnern, daß man stets wohl unterscheiden muß zwischen rascher und langsamer Erstarrung einer feuerflüssigen Gesteinsmasse, und wiederum zwischen einer solchen, die sich unter großem Druck, und einer solchen, die sich unter normalen Verhältnissen vollzieht. Es mag weiter schon hier daran erinnert sein, daß die sogen. plutonischen Gesteine (Granit ꝛc.) Tiefengesteine sind d. h. solche, die in der Tiefe erstarrten, während die sogen. vulkanischen Massen (Basalt ꝛc.) Ergußgesteine sind d. h. solche, die an der Luft zur Erhärtung gelangten, wovon später noch die Rede sein wird. Den Übergang zwischen beiden bilden dann, sowohl der Struktur als der Lagerung nach die sogen. Ganggesteine (z. B. gewisse Arten von Porphyr).

Echte Ergußprodukte sind z. B. die Laven unserer heutigen Vulkane, die auf der Oberfläche der Erde, also ohne besonderen Druck und verhältnismäßig sehr rasch erstarren, wogegen die Granite, Syenite, Diorite ꝛc. in mehr oder weniger großer Tiefe unter dem Erdboden, also sehr langsam und unter gewaltigem Druck zur Erkaltung gelangt sind.

Kontaktwirkungen von Feuergesteinen.

Daß aber alle wahren Massengesteine auch wirklich einmal feuerflüssig waren, das wird ganz besonders durch die sogenannten Kontakt- („Berührungs"-) Wirkungen und manch andere Zeichen bestätigt, die wir hier wahrnehmen. In ersterer Hinsicht redet man ja geradezu von Kontakt- d. h. von solchen Gesteinen, die sich erst durch die „Berührung" der feurig ausfließenden Massen mit den sie umgebenden Sedimentgesteinen gebildet haben. Durch die Einwirkung der Hitze mußte gar vielfach das in der Nähe des Ausflußkanals befindliche bisherige Gestein eine Veränderung erfahren. Der (weiße) Kalk z. B. wurde gerötet oder durch die aufsteigenden Dämpfe geschwärzt, oft auch sein Gefüge verändert und der unreine Kalkstein in ein kristallines Gebilde (öfters mit Vesuvian, Granat ꝛc.) umgewandelt.

Letzteres zeigt z. B. ein Platz bei Predazzo (im Fassathal, Südtirol), wo in der Nähe eines Melaphyrgangs, und zwar auf dessen beiden Seiten auf mehrere Meter Entfernung, der dortige Triaskalk in den schönsten zuckerkörnigen Marmor umgewandelt ist. Rote und dunkle Färbung des Weißjurakalks können wir öfters auch in der schwäbischen Alb in der Nähe von Basaltausbrüchen beobachten. Durchbricht dagegen solch ein Feuergestein ein Sandsteingebirge, so wird der Sandstein öfters geschmolzen, verglast („gefrittet") oder auch zu Säulen abgesondert, ganz so wie wir es in den Hohöfen sehen können, die aus Sandsteinquadern erbaut und monatelang mit geschmolzenem Eisen angefüllt sind. Thone, Schieferthone, Mergel u. dgl. werden durch Kontakt mit einem Feuergestein in eine porzellanartige Masse, den sogen. Porzellanjaspis, umgewandelt, Braun- und Steinkohlen verlieren dadurch ihr Bitumen (Leuchtstoff) und werden zu Koks oder Anthrazit; erstere nehmen oft auch eine stengliche Form an wie Basaltsäulen.

Beispiele von all diesen Erscheinungen bietet die Natur in Hülle und Fülle. So trifft man in Sachsen derartig umgewandelte Braunkohle; der Buntsandstein des Odenwalds ist öfters durch Basalt „gefrittet"; auf der Insel Euböa ist der weiße Hippuritenkalk in der Nähe von Serpentingängen grell rot gefärbt, was übrigens dort auch durch Zuführung von eisenhaltigen Lösungen auf wässrigem, also durchaus friedlichem Weg erklärt werden kann.

Von der einstigen Feuernatur des Trachyts giebt aber z. B. ein Feld im Ries (bei Nördlingen) Zeugnis, das noch ganz mit Trachytfladen übersät ist, an deren Gestalt man sofort sieht, daß diese Stücke einst als feuerflüssige Bomben aus einem Krater geschleudert und beim Herabfallen in der Luft gedreht wurden (vgl. uns. Taf. VIII, Fig. 1.)

Beweise für die Feuernatur und Feuerentstehung unserer Massengesteine sind also mehr als genug vorhanden, so daß an der Thatsache selbst in keiner Weise gezweifelt werden kann. Schon die Gleichartigkeit ihres Wesens läßt vermuten, daß sie alle zusammengehören. Andererseits macht es gerade diese Gleichartigkeit wieder schwer, die richtigen Grundlagen für ihre Einteilung zu finden. Früher unterschied man die sämtlichen Massengesteine nach ihrem geologischen Alter und nannte diejenigen der älteren Formationen plutonisch, diejenigen der jüngeren vulkanisch. Die neuere Forschung hat aber dargethan, daß der Unterschied der sogen. „plutonischen" und „vulkanischen" Massengesteine nicht von der Zeit, sondern von der Art ihrer Entstehung herrührt. Die plutonischen Gesteine nämlich sind, wie wir bereits angeführt haben und später noch ausführlicher darlegen werden, Tiefen-, die vulkanischen dagegen Ergußgesteine.

Tiefen-, Gang- und Ergußgesteine.

Das ist dann auch der Grund, weshalb die Strukturverhältnisse dieser beiden Arten von Eruptivgesteinen so verschieden sind.

Hinsichtlich des Gefüges unterscheidet man nämlich hauptsächlich 3 Arten, indem man von körnigen, von porphyrischen und von glasigen Gebilden redet. Das wäre nun ganz gut; denn wenn man typische Stücke für jede dieser 3 Gesteinsgattungen wählt, so vermag auch der Laie sie sofort zu unterscheiden.

Daß der Granit z. B., wie auch sein Name („Korn") besagt, ein körniges Gestein ist, das sieht ein Blinder. Ebenso zeigt der richtige Porphyr stets eine gleichförmige Grundmasse, in welcher einzelne Kristalle eingebettet sind. Bekommt man solche Stücke in die Hand, so weiß man wiederum sofort, was unter „porphyrischer" Struktur zu verstehen ist. Nun aber gibt es thatsächlich auch eine Menge Porphyre, die völlig gleichartig sind, ohne jene

Kristalle in sich zu tragen. Auch hat sich unter dem Mikroskop gezeigt, daß die homogene Masse des Porphyrs selbst aus lauter Kristallen zusammengesetzt ist; dieselben sind nur zu klein, als daß man sie mit bloßem Auge sehen kann.

Und doch liegt natürlich der Unterschied zwischen Granit und Porphyr lediglich in den Strukturverhältnissen.

Die Reihenfolge, in der sich die Gemengteile beider nach einander ausgeschieden haben, ist bei Granit und Porphyr die nämliche. Zuerst bildeten sich die basischen Mineralien, die Oxyde (Magnetit rc.); dann kamen die gefärbten (Biotit, Amphibol oder Pyroxen), dann die Feldspate, zuletzt der Quarz.

Die Einsprenglinge in den porphyrischen Gesteinen haben sich in der Tiefe vor dem Ausbruch des „Magmas" (flüssigen Breis) gebildet. Da aber letzteres bei seiner Eruption in höhere und kältere Erdschichten gelangte, so erstarrte der Brei verhältnismäßig rasch zu einer dichten, beziehungsweise glasigen Grundmasse, in welcher jetzt die Einsprenglinge liegen. Da die Lösungsverhältnisse unter dem veränderten Druck andere zu werden pflegen, so erklärt sichs, wie jene Einsprenglinge ebenfalls manchmal wieder verändert (z. B. angeschmolzen) wurden.

Derartige Verhältnisse treten uns zum Teil schon bei den Ganggesteinen (Granitporphyren rc.) entgegen. Wir können zwar diese den Tiefengesteinen noch anreihen und wollen das der Einfachheit halber in unserem Büchlein auch thun. Thatsächlich aber nehmen dieselben sowohl ihrer Lagerung als ihrer Struktur nach eine vermittelnde Stellung zwischen den eigentlichen Tiefengesteinen und den Ergußgesteinen ein, indem sie in tieferen Regionen ein mehr körniges Gefüge besitzen, während sie sich andrerseits durch die dichte Beschaffenheit ihrer Grundmassen den echten Ergußgesteinen nähern.

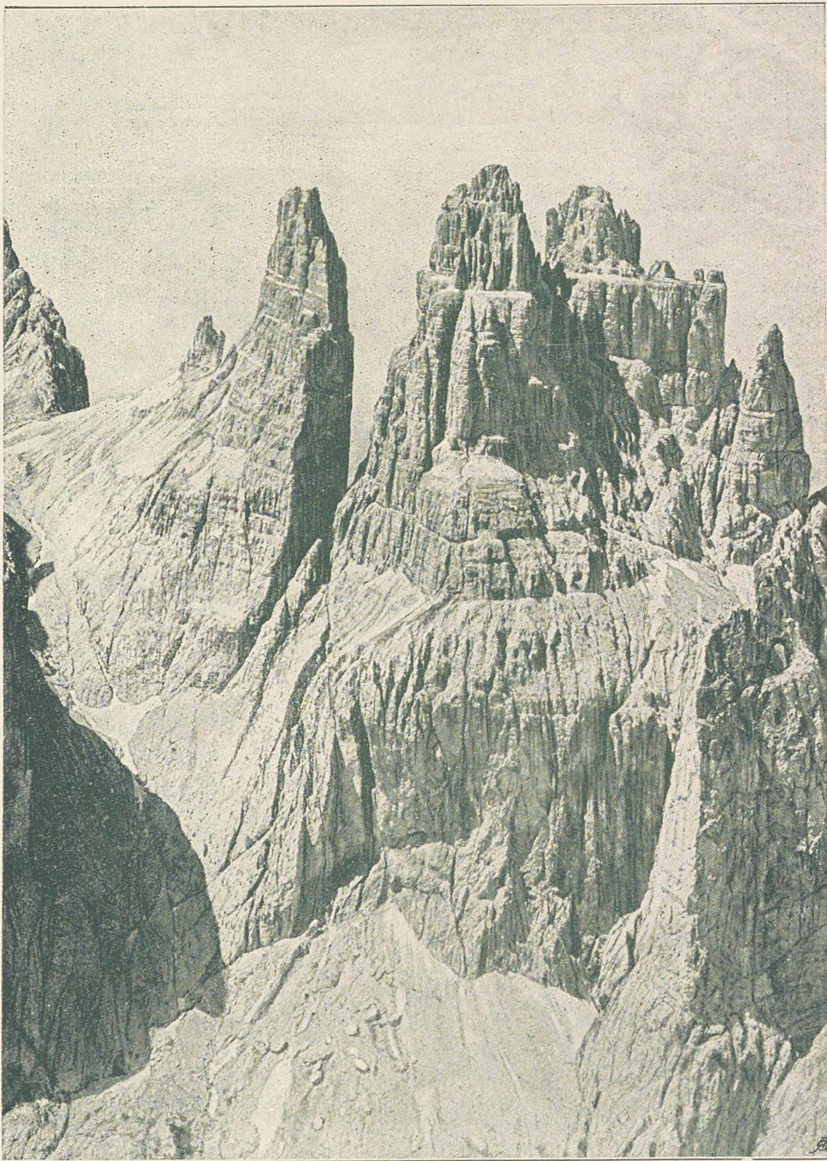
Die letzteren sind im allgemeinen durch dichtes und glasiges Gefüge ausgezeichnet. Doch kennt man auch solche mit körniger Struktur (doleritische Basalte). Für die Ergußgesteine gilt das über die porphyrischen Gesteine oben Gesagte in noch weit höherem Maße, als für die Ganggesteine; nur ihnen eigen ist sodann die rein glasige Ausbildung. Wer schon in einer Glashütte den Schmelzfluß gesehen hat, aus dem das Glas dargestellt wird, der weiß am besten, was damit gemeint ist. Ganz dieselben „Gläser" vermag

auch die Natur zu erzeugen, wo immer ein feurig flüssiger Lavabrei rasch zur Erstarrung kommt. Der Obsidian ist nichts anderes, als ein derartiges natürliches „Glas“. Wird die Oberfläche des Schmelzflusses, was ja meist der Fall ist, durch aufsteigende Gasblasen porös und schaumig, so bekommen wir Bimsstein. Dünnflüssige Laven gehen beim Abkühlen nach und nach in den Zustand der Zähflüssigkeit über. Strömen nun Gase durch diese dickflüssigen Massen, so bilden sich nach den instruktiven Versuchen von E. Mitscherlich langsam aufsteigende Blasen, was bei dünnflüssigen Körpern nicht der Fall ist. Erstarrt das Gestein, so entsteht jene poröse Lava, die wir so oft in vulkänischen Gebieten antreffen. Wird aber das Gas unter großem Druck durch den zähflüssen Brei gepreßt, was in der Natur ebenfalls oft genug vorkommen mag, so entstehen sehr zahlreiche Blasen, deren dünne Wände durch das Gas zerrissen werden: das erzeugt dann den Bimsstein.

Unter Umständen, d. h. wenn die Lava sehr dünnflüssig ist, erstarrt deren Oberfläche zu Glasfäden, die wie Spinngewebe vom Wind fortgeführt werden, wie man ja auch in den Glasfabriken von Venedig aus gesponnenem Glas allerlei „Gewebe“ herzustellen versteht. Am bekanntesten in dieser Beziehung ist der große Lavasee auf der Ostseite des Mauna Loa (Sandwichsinseln), aus dessen Nebenkrater Kilauea bei starkem Wind die gekräuselten Glasfäden über die ganze Insel getragen werden. („Das Haar“ ihrer Hauptgöttin im Volksmunde der Eingebornen).

Ähnliche Glasmasse zeigen aber auch gewisse Basalte und Melaphyre aus längst vergangenen Erdperioden. Daß dieselben dann durch aufsteigende Gasblasen zur Zeit ihrer Erstarrung eine Masse von (runden oder ovalen) Hohlräumen erhielten, die sich später mit Kristallen oder irgendwelcher Mineralsubstanz anfüllten, liegt in der Natur der Sache. Man heißt letztere Ausfüllungen „Mandeln“, das Gestein selbst darnach „Mandelstein“ und mag bei ihrer Entstehung an Eis denken, das oft genug auch derartige Luftblasen zeigt (vgl. Tafel VI, Fig. 2).

Während der Einteilung der Eruptivgesteine in die genannten zwei (bezw. drei) großen Klassen die geologische Erscheinungsweise zu Grunde liegt, kommt bei den einzelnen Gesteinstypen in erster Linie der chemische Bestand in Betracht. Es wird zunächst nach



Dolomitengebirge
Valojetttürme. Südtirol.

dem Kieselsäuregehalt ein Unterschied zwischen kieselsäurereichen und kieselsäurearmen Massen gemacht; jene bezeichnet man mit vollem Recht als „saure“, diese als „basische“ Gesteine. Chemischer Bestand und mineralogische Zusammensetzung sind gegenseitig von einander abhängig und bilden daher die Hauptprinzipien für die weitere Einteilung der Eruptivgesteine.

Natürlich finden auch bei unsern Massengesteinen dieselben Zersetzungen, Auflösungen und Zertrümmerungen statt und vollziehen sich nach denselben physikalischen und chemischen Gesetzen wie bei den Sedimenten. Erosion und mechanische Zerkleinerung wird auch hier hauptsächlich durch die äußere Gewalt des Wassers herbeigeführt, während die in demselben gelösten Substanzen (Kohlensäure ꝛc.) allerlei chemische Veränderungen bewirken. Freilich spalten sich diese Gesteine nicht wie die Sedimente nach Schichten und Klüften in Platten oder Schiefer, eben weil sie als „Massen“gesteine gar keine solchen „Bänke“ haben; aber die fortwährende Einwirkung von Kälte und Wärme, von Luft und Wasser bringen auch bei ihnen fortwährende Wandlungen hervor.

Der eisenharte Quarz wird zuletzt zu kleinen Sandkörnchen zermalmt; der Feldspat verwandelt sich durch Verwitterung in Kaolin (Porzellanerde); der Glimmer wird schließlich zu den feinsten Schüppchen zerrieben, die freilich auch nach dutzendfacher Ortsveränderung immer noch als solche erkennbar sind. Die Erde verliert nichts, auch nicht das Geringste von dem ihr einmal gegebenen Stoff; nur ist dieser durch fortwährende Zersetzung, Lösung und Wiedervereinigung einer fortwährenden Umbildung unterworfen.

Es mag hier auch der geeignete Ort sein, das Nötigste zu sagen über die

physikalischen Eigenschaften der Gesteine.

Zur Bestimmung und Unterscheidung der Gesteinsarten und insonderheit der Mineralien ist es nämlich unter Umständen sehr praktisch und wertvoll, noch eine Anzahl von Eigenschaften derselben sich einzuprägen, damit man wenigstens gewisse, so oft in den Büchern gebrauchte Bezeichnungen versteht. Wir geben als wichtigstes kurz an, was über Härte, Glanz, Farbe, Gewicht, Biegsamkeit und Brechbarkeit zu sagen ist. Beginnen wir mit der

α) Härte, so handelt sich's hier natürlich nur um denjenigen Aggregatzustand, da die betreffenden Stoffe (nicht gasförmig oder tropfbarflüssig, sondern) fest sind. Bezüglich des verschiedenen Grads dieser Festigkeit hat man nun folgende einfache und leichtbehältliche Härtenskala aufgestellt. Man geht davon aus, daß immer das weichere Mineral vom nächsthärteren geritzt wird, und unterscheidet danach folgende 10 Stufen:

1. Talk } mit dem Fingernagel ritzbar,
2. Steinsalz }
3. Kalkspat } mit dem Messer ritzbar,
4. Flußspat }
5. Apatit (phosphorsaurer Kalk), hat etwa Glashärte,
6. Feldspat, kaum mehr mit dem Messer ritzbar,
7. Quarz, ritzt Glas und Eisen, giebt Funken am Stahl,
8. Topas } Edelsteinhärte,
9. Korund }
10. Diamant, weitaus härtester irdischer Körper.

β) Den Glanz

betreffend, so ist weniger der Grad (stark oder wenig glänzend, schimmernd, matt) als vielmehr die Art desselben von Bedeutung. Man unterscheidet darnach bei den verschiedenen Gesteinen

1. Metallglanz (Gold, Silber),
2. Diamantglanz (Diamant, Weißbleierz),
3. Fettglanz (Pechstein),
4. Glasglanz (Bergkristall),
5. Seidenglanz (Fasergips, Schillerasbest),
6. Perlmutterglanz (Labrador, Glimmer).

Was die einzelnen Bezeichnungen besagen wollen, ist eigentlich aus dem Namen selbst zu erraten. Die nahe damit verwandte

γ) Farbe

teilt man am besten nach den 7 Farben des Spektrums ein oder nimmt man folgende Farbenskala, die einst Werner aufgestellt hat:

1. Schneeweiß (carrarischer Marmor),
2. Aschgrau (gewisse Kalksteine),
3. Samtschwarz (Obsidian),

4. Berlinerblau (Saphir),
5. Smaragdgrün (Malachit),
6. Zitrongelb (Rauschgelb),
7. Karminrot (Rubin),
8. Kastanienbraun (Nilkiesel).

Jede Farbe hat natürlich wieder ihre verschiedenen Nüancen und Übergänge, die wir aber hier nicht weiter beachten können. Dagegen machen wir noch auf die verschiedene Art der Durchsichtigkeit aufmerksam, wobei man von ganz oder halbdurchsichtigen, von durchscheinenden und nur an den Kanten durchscheinenden und von völlig undurchsichtigen Mineralien zu reden pflegt. Was damit gemeint ist, besagen wiederum die Bezeichnungen selbst. Was

δ) das Gewicht (Schwere)

anbelangt, so kann sich's hier natürlich nur um das spezifische Gewicht handeln. Man geht dabei von der Dichtigkeit der Erde aus, deren spezifisches Gewicht bald mit 4,7, bald mit 5,5 angegeben wird. Nehmen wir als Mittel 5 an und vergleichen damit unsere Gesteine und Mineralien, so sind nur die Metalle schwerer, sämtliche Gesteine aber leichter als das Gesamtgewicht der Erde. Wir wollen auch hier eine Schwereskala zusammenstellen, etwa in folgender Reihe und Zahl:

Metalle.
1. Iridium 22,4
2. Platin 21,45
3. Gold 19,26
4. Quecksilber 13,6
5. Blei 11,3
6. Silber 10,5
7. Kupfer 8,9
8. Eisenerze (Schwefelkies, Eisenglanz 2c.) 5, also = der Erde 5

Steine.
9. Schwerspat (höchstes Steingewicht) 4,5
10. Granat 4,3
11. Diamant 3,5

Steine.
10. Kalkspat (gewöhnliches Steingewicht) 2,7
11. Quarz 2,7
12. Feldspat 2,6
13. Gips (leichtes Steingewicht) 2,3
14. Schwefel 2
15. Steinkohle 1,7
16. Bernstein 1,1.

Der Bimsstein schwimmt zwar als solcher, d. h. in seiner schaumigen Gestalt auf dem Wasser, an sich aber (in Pulverform) hat er doch immer noch 2,2 spezifisches Gewicht. Um einen Vergleich auch mit andern Stoffen zu geben, nennen wir etwa noch

Eichenholz 0,9
Tannenholz 0,5
Kork 0,2
Erdöl 0,7
atmosphärische Luft 0,001
Wasserstoff 0,000003.

Gediegen Iridium (der schwerste bekannte Stoff) wäre darnach 300000mal schwerer als Wasserstoff (der leichteste, den wir kennen). Was weiter

ε) die Biegsamkeit und Brechbarkeit der Mineralien betrifft, so unterscheidet man

in ersterer Hinsicht

spröde (Kalkspat),
biegsame (und zwar elastisch biegsam, wie Glimmer und gemein biegsam, wie Talg),
geschmeidige (Hornsilber) und
dehnbare (Gold, Silber) Mineralien;

in letzterer Beziehung

geht man von der Art des „Bruchs", d. h. der Trennungsfläche (nach erfolgtem Schlag oder Stoß) aus und redet hauptsächlich von

muschligem, splittrigem, ebenem, unebenem und hackigem Bruche.

Aus der

c) Kristallographie

merke man sich vor allem die bekanntesten Kristallformen und die in denselben anschießenden wichtigsten Mineralien.

Kristalle sind Körper, die von ebenen Flächen begrenzt werden, welch letztere in „Kanten" zusammenstoßen. Durch Zusammentreffen von zwei oder mehr solcher Kanten entstehen „Ecken".

Die mannigfachen, in der Natur vorkommenden Kristallformen werden nun je nach dem Verhältnis, in welchem die betreffenden Flächenkanten und Ecken zu einander sich stellen, in 6 Kristallsystemen untergebracht, deren unterscheidende Momente durch die Zahl, Lage und Länge der sogen. Achsen gebildet werden.

Achsen nennt man nämlich (gedachte) gerade Linien, beziehungsweise Richtungen, die sich im Mittelpunkt des Kristalls schneiden, und gegen welche die verschiedenen Flächen des Kristallkörpers eine bestimmte, mehr oder weniger symmetrische Lage haben.

Darnach unterscheidet man

1. das reguläre System mit 3 gleich langen und gleichwertigen, senkrecht auf einander stehenden Achsen.

Hierher gehören hauptsächlich:

der Würfel (Steinsalz, Schwefelkies, Bleiglanz),

das Oktaëder (Diamant, Magneteisen, Alaun),

das Rhombendodekaëder oder Granatoëder (Granat) und andere.

2. Das quadratische System mit 3 zu einander rechtwinklig stehenden Achsen, von denen 2 gleich lang sind, die dritte aber kürzer oder länger ist als jene, und daher Hauptachse heißt.

Nach diesem System kristallisiert z. B. der Zinnstein.

3. Das hexagonale System mit 4 Achsen. Hiervon sind 3 gleich und schneiden sich in einer Ebene unter einem Winkel von 60°; die 4te steht senkrecht auf dieser Ebene und ist kleiner oder größer (kürzer oder länger) als jene 3.

Hieher gehören unter andern Kalkspat und Quarz (Bergkristall).

4. Das rhombische System mit 3 ungleich langen Achsen, welche senkrecht auf einander stehen.

Beispiele: Schwefel, Schwerspat, Zinkvitriol.

5. Das monokline System mit 3 ungleich langen Achsen, von denen 2 sich unter schiefem Winkel schneiden, während die dritte rechtwinklig zu diesen beiden gestellt ist.

Beispiele: Gips, Glaubersalz, Eisenvitriol.

Endlich

6. das trikline System mit drei ungleichen und sämtlich schief zu einander stehenden Achsen.

Beispiel: Kupfervitriol.

Wer diese sechs Kristallsysteme und ihre wichtigsten Formen kennt, der hat für die Gesteinskunde genügenden Anhalt. Nur darf er nicht meinen, daß die Kristalle stets in solchen Kanten und Flächen sich ausbilden müssen, wie es im Buch steht oder wie die Modelle es zeigen. Es giebt eine ganze Anzahl von Mineralien, so namentlich viele Metalle, deren Kristalle sich zu traubigen, nierenförmigen, strahligen, fasrigen, dann insbesondere oft auch dendrischen*) Aggregaten vereinigen, d. h. man meint, versteinertes Moos oder Zweigchen vor sich zu haben. Das allerbekannteste Beispiel hiefür ist das Eis (denke an die Eisblumen der Fensterscheiben) und der sogen. „Moosachat", dessen Bezeichnung, von Laien aufgebracht, nicht irre führen darf. Ähnlich schießen eine ganze Menge von Mineralstoffen an, wenn sie kristallisieren (aus dem gelösten Zustand in den festen übergehen). Als Beispiele führen wir die „Dendriten" von (gediegenem) Silber und Kupfer, insbesondere aber das Manganerz an, das zwischen haardünnen Klüften auf Kalkplatten (z. B. bei Solnhofen) oft die schönsten moosartigen Zeichnungen darbietet, wobei man aber ja nicht an „Versteinerungen" denken darf (s. Tafel X, Fig. 3). Beispiele für fasriges Kristallaggregat sind unter andrem der Fasergips, die sogen. Eisenblüte (ein Aragonit, d. h. besondere Form von kohlensaurem Kalk, aus den Spateisensteinbergwerken von Eisenerz in Steiermark), der Natrolit vom Hohentwiel u. a. Strahlig erscheinen die Kristallnadeln des Strahlsteins, des Spießglanzes (Antimon) 2c.

Wir gehen nun zu einem besonders wichtigen Kapitel für das Verständnis der Gesteinsarten über, nämlich zur

*) griech. = „Bäumchen".

d) Mineralogie.

Ist es doch vor allem unumgänglich notwendig, daß, wer sich mit Untersuchung der Gesteinsarten abgiebt, wenigstens die bekanntesten und am häufigsten in der Natur vorkommenden Mineralien seinem Gedächtnis einpräge, so zwar, daß er z. B. Quarz und Kalkspat, Gips und Glimmer sofort zu unterscheiden vermag.

Die früher aufgeführten Elemente oder Grundstoffe kommen ja — mit Ausnahme insbesondere der Edelmetalle — thatsächlich fast nirgends in der Natur in ihrer einfachen Form, d. h. eben als „Elemente" vor; vielmehr finden wir sie überall zu „Mineralien" zusammengesetzt. Und die verschiedenen Gesteinsarten werden selbst wieder nur in Ausnahmsfällen aus einer einzigen Mineralsubstanz (wie z. B. Marmor oder Steinsalz) gebildet, bestehen vielmehr meist aus einem Gemenge verschiedener unter sich verbundener Mineralien. Da ist es denn unerläßlich, wenigstens die wichtigsten derselben sich zu merken.

Wir brauchen übrigens zunächst bloß die Massengesteine ins Auge zu fassen, aus dem einfachen Grund, weil ja auch sämtliche Sedimentgebilde schließlich ihr Material nur von jenen bezogen haben.

Von der großen Zahl von Mineralien, welche in den Massengesteinen auftreten, kommen für uns verhältnismäßig nur wenige in Betracht da nur ein kleiner Teil derselben sich an dem Aufbau dieser Gesteine beteiligt, während die andern meist seltene Erscheinungen sind. Diejenigen Mineralien, welche für eine Gesteinsart bestimmend sind, heißt man wesentliche Gemengteile derselben; so ist z. B. ein granitisch-körniges Gestein, welches aus Quarz und Kalifeldspat besteht, ein Granit, d. h. die wesentlichen oder Hauptgemengteile eines Granites sind eben der Quarz und der Kali-Feldspat. Fehlt der Quarz, so liegt kein Granit mehr vor, sondern ein Syenit. Außer diesen wesentlichen Mineralien finden sich in den Eruptivgesteinen noch eine Reihe von Mineralien, welche zum Teil in jedem Massengestein, aber nur in geringen Mengen auftreten, zum Teil aber nur an einzelne Gesteinstypen gebunden sind.

Erstere werden als Nebengemengteile, letztere als hinzutretende oder accessorische Komponenten eines Gesteines bezeichnet.

Wir beginnen unsere Betrachtung mit den

Hauptgemengteilen der Massengesteine.

Es kommen hier nur der Quarz, die Feldspatfamilie, sowie die Feldspatvertreter: Leucit, Nephelin und Melilit, und sodann noch die Glimmer-, Hornblende- und Pyroxen (Augit)-Mineralien in Betracht.

Der Quarz (freie Kieselsäure) ist unter den genannten Mineralien das härteste. Er giebt am Stahl Funken und läßt sich weder mit einer Feile noch mit dem Messer ritzen, ritzt vielmehr umgekehrt die meisten andern Mineralien, ja selbst Glas und Eisen. Als Kristall ist er kenntlich an seiner stets sechsseitigen Säule und Pyramide (vgl. S. 9 Fig. 1), wiewohl er freilich selten in der Natur in dieser Form ausgebildet vorkommt. Meist treffen wir ihn (z. B. im Granit) als graues, halbdurchsichtiges oder durchscheinendes Korn mit muscheligem Bruch und Glas- oder Fettglanz.

Weitaus die wichtigste Rolle unter den Gesteinsbildnern fällt den Feldspäten zu. Es sind dies Verbindungen von Kieselsäure mit Thonerde und Kalium, Natrium oder Calcium und zwar unterscheidet man, je nachdem Kalium, Natrium oder Calcium in die Verbindung eintritt, Kalifeldspat oder Orthoklas, Natronfeldspat oder Albit, sowie Kalkfeldspat oder Anorthit. Albit und Anorthit sind in der Natur verhältnismäßig selten, dagegen sind die Mischungsglieder dieser beiden Feldspäte, die Plagioklase oder Kalknatronfeldspäte, in den Gesteinen weit verbreitet. Mit dem Namen Plagioklas („schief brechend") hat man diese Mineralien deshalb bezeichnet, weil sie im Gegensatz zu dem monoklinen Orthoklas („gerade brechend") triklin kristallisieren. Es giebt aber auch einen triklinen Kalifeldspat, den Mikroklin, welcher äußerlich von dem Orthoklas sich gar nicht unterscheiden läßt. Erst bei mikroskopischer Untersuchung zeigt sich, daß derselbe aus zahllosen sehr dünnen Lamellen besteht, von welchen jedes als ein Kristallindividuum zu betrachten ist, und welche unter sich regelmäßig verwachsen sind. Eine solche regelmäßige Verwachsung heißt man Zwillingsbildung und zwar wiederholt sich in unserem Fall dieselbe oftmals. Auf solch einer wiederholten Zwillingsbildung be-

ruht die bekannte Streifung der Plagioklase. Das Studium der Mikrokline hat zu der Ansicht geführt, daß überhaupt alle Feldspäte, also auch der Orthoklas triklin, und daß nur bei letzterem unsere Mikroskope nicht mehr im stande seien, die trikline Natur des Orthoklas erkennen zu lassen.

Die Feldspäte zeigen in zwei Richtungen eine ziemlich vollkommene Spaltbarkeit, so daß sie von dem Quarz sehr leicht unterschieden werden können. Diese Spaltungsrichtungen stehen bei den Kalifeldspäten senkrecht zu einander, dagegen bilden sie bei den übrigen Vertretern der Feldspatfamilie einen von einem Rechten abweichenden Winkel. Ein weiteres wichtiges Unterscheidungsmerkmal bildet die schon oben erwähnte Streifung, welche auf den Spaltflächen der Plagioklase sichtbar ist. Diese Streifung läßt sich bei größeren Individuen oft mit bloßem Auge erkennen. Meist aber ist es nötig, sich einer guten Lupe zu bedienen, und auch dann gehört Übung dazu, um zu der Überzeugung zu gelangen, daß thatsächlich ein Kalknatronfeldspat vorliegt. Weitaus einfacher ist die Lösung dieser Frage auf mikroskopischem Wege, ja man ist hier nicht nur im stande, den Nachweis, ob Orthoklas oder Plagioklas vorliegt, zu führen; es ist auf optischem Wege sogar möglich, zu entscheiden, welche Art von Kalknatronfeldspat in einem Gestein enthalten ist. Es beruht dies darauf, daß das optische Verhalten der Mineralien in engstem Zusammenhang mit ihrer chemischen Zusammensetzung steht.

Dem Aussehen nach hat man für die monoklinen Kalifeldspäte verschiedene Namen eingeführt. Im Gegensatz zu dem trüben, derb aussehenden „Orthoklasen" der älteren Massengesteine hat man die glasigen Kalifeldspäte der jüngeren Gesteine (Liparite, Trachyte 2c.) als „Sanidine" unterschieden; und zwar gebraucht man die Bezeichnung Orthoklas für alle monoklinen Kalifeldspäte, während sich der Name Sanidin nur auf die glasigen, frischen Orthoklase der jüngeren Gesteine bezieht. Der ganze Unterschied zwischen den beiden genannten Varietäten beruht auf dem Erhaltungszustand, indem die trübe Beschaffenheit der älteren Orthoklase durch eine teilweise Ausscheidung von kaolinartigen Zersetzungsprodukten hervorgerufen wird.

Bei den Plagioklasen wird auf diesen Erhaltungszustand in den einzelnen Gesteinen weniger Gewicht gelegt, dagegen unterscheidet man außer den beiden Endgliedern der Plagioklasreihe, dem Albit

und dem Anorthit, verschiedene Mischungsglieder je nach ihrem Gehalt an Calcium und Natrium. So umfaßt der Labrador die annähernd aus gleichen Teilen Albit- und Anorthit-Substanz bestehenden Glieder. Der Bytownit nähert sich dem Anorthit, dagegen der Oligoklas dem Albit, ist also ein natronreicher Kalknatronfeldspat; zwischen Oligoklas und Labrador steht der Andesin in der Mitte. Die Farbe ist sowohl beim Orthoklas wie bei den Plagioklasen eine wechselnde; es giebt weiße, fleischrote, rötliche und grüne Varietäten. Alle diese Färbungen beruhen auf Verunreinigungen des Feldspats, welcher an sich farblos ist.

Man spricht deshalb auch im Gegensatz zu den gefärbten gesteinsbildenden Mineralien: den Glimmern, Hornblenden und Pyroxenen von farblosen Gemengteilen und meint damit die Feldspäte und den Quarz, sowie die den Feldspat ganz oder teilweise vertretenden Mineralien Nephelin, Leucit und Melilit. Diese letzteren treten in bestimmten Gesteinsarten als wesentliche Gemengteile auf, so der Nephelin in den Phonoliten, den Tephriten und Nephelinbasalten, der Leucit in den Leucitophyren, den Leucittephriten und im Leucitbasalt, der Melilit im Melilitbasalt.

Der Nephelin ist ein Natriumthonerdesilicat, welches aber weniger Kieselsäure als der Albit enthält. Er bildet kurze hexagonale Prismen und ist im frischen Zustande glasig. Die trüben ölartig glänzenden Nepheline gewisser Tiefengesteine werden Elaeolite genannt.

Wir haben hier dasselbe Verhältnis wie zwischen Orthoklas und Sanidin, weshalb manche Petrographen den Namen Elaeolit nicht ganz mit Unrecht ad acta gelegt haben. Der Nephelin zersetzt sich ungemein leicht und giebt daher in der Natur vielfach Anlaß zur Zeolitbildung.

Als ein Kaliumthonerdesilikat mit geringerem Kieselsäuregehalt als der Orthoklas repräsentiert sich der Leucit. Derselbe tritt meist in Form von scheinbar regulären Vierundzwanzigflächnern auf, welche sich aus zahllosen Zwillingslamellen von wahrscheinlich rhombischer Symmetrie aufbauen. Gekennzeichnet ist dieses Mineral außer durch seine Kristallform und die durch letztere bedingten rundlichen Durchschnitte durch weißliche Farbe, sowie durch muscheligen Bruch und Mangel an deutlicher Spaltbarkeit.

Weitaus seltener als die beiden zuletzt genannten Mineralien ist der Melilit, ein tetragonal kristallisiertes Kalkthonerdesilicat, welches aber fast nur in mikroskopischen Dimensionen vorkommt. Er ist ein wesentlicher Bestandteil der nach ihm benannten Melilitbasalte, tritt aber auch vielfach in Nephelin- und Leucitgesteinen auf.

Zu diesen als farblose Gesteinskomponenten bezeichneten Mineralien gesellen sich die sogen.

gefärbten Gemengteile

derselben: die Vertreter der Glimmer-, Pyroxen- (oder Augit-) und Amphibol- (oder Hornblende-)Gruppe.

Die Glimmermineralien, welche monoklin kristallisieren, deren Kristalle aber ein scheinbar hexagonales Aussehen besitzen, sind durch höchst vollkommene Spaltbarkeit in dünne biegsame Blättchen ausgezeichnet. Es sind wasserhaltige Silikate von Thonerde mit Kalium oder Magnesia (und Eisenoxydul) und zwar unterscheidet man, je nachdem Kali oder Magnesia in die Verbindung eintritt, Kaliglimmer oder Muskowit, und Magnesiaglimmer oder Biotit. Die Magnesiaglimmer sind infolge eines oft beträchtlichen Eisengehaltes dunkelbraun bis schwarz gefärbt, während der Muskowit durch helle Färbungen und Perlmutterglanz auf seinen Spaltflächen charakterisiert ist. Weitaus seltener sind der Natronglimmer, der Kalkglimmer und der Lithionglimmer.

Die Hornblende- und Augitgruppe (Amphibole und Pyroxene) umfaßt eine Reihe von Silikaten, welche sowohl Calcium, Magnesia, Eisen und Thonerde, als auch die Alkalien gebunden enthalten können.

Der Unterschied zwischen den Pyroxenen und Amphibolen beruht nicht auf der chemischen Zusammensetzung, vielmehr auf der kristallographischen Ausbildung, indem das Augitprisma einen Winkel von ca. 87°, das Amphibolprisma einen solchen von ca. 124° einschließt.

Da die Amphibole eine sehr ausgeprägte Spaltbarkeit nach dem Prisma zeigen, so ist es nicht schwer, durch Messung des Spaltungswinkels den Nachweis zu liefern, ob Hornblende vorliegt oder nicht.

Die Pyroxene und Amphibole sind zum Teil rhombisch, zum Teil monoklin kristallisiert. Während der rhombische Amphibol, (Anthophyllit) eine seltene Erscheinung ist, sind die rhombischen

Glieder der Pyroxenfamilie in manchen Gesteinsarten wesentliche Gemengteile und haben daher für uns einiges Interesse. Es sind dies der Hypersthen und der Bronzit, Mineralien, welche auf ihren Spaltflächen einen metallartig schillernden Glanz besitzen. Dieselben beteiligen sich z. B. an der Zusammensetzung der Norite und gewisser Olivingesteine. Größere Verbreitung besitzen die monoklinen Glieder der beiden Familien. Unter den Pyroxenen zählt hierher der gewöhnliche Augit, der Diopsid und der Diallag, eine durch seinen Blätterbruch charakterisierte Abart des letztern, sowie der Wollastonit (reines Calciumsilikat). Diesen entsprechen unter den Amphibolen die gemeine oder schwarze Hornblende, der Tremolit und der Strahlstein. Abgesehen von dem weißen Wollastonit sind den genannten Mineralien grünliche Färbungen eigen.

Es sei hier noch erwähnt, daß es auch Alkaliaugite und Alkalihornblenden giebt, welche an bestimmte Gesteine gebunden sind.

Als letztes Mineral, welches den Reigen der wesentlichen Gesteinskomponenten schließt, ist der Olivin zu nennen. Es ist ein Magnesiasilikat mit rhombischer Kristallform, muscheligem Bruch und von olivengrüner Färbung.

Der Olivin ist für eine Reihe von Gesteinen ein wesentlicher Gesteinsgemengteil, insbesonders für die Peridotite und Pikrite; außerdem nimmt er an der Zusammensetzung gewisser Arten von Meteoriten sehr gewichtigen Anteil.

Accessorische Bestandteile der Mineralien.

Als Nebengemengteile haben wir oben solche Mineralien bezeichnet, welche zwar in allen Massengesteinen vorhanden sind, aber meist in so geringer Menge, daß sie für die Bestimmung derselben keinen Einfluß haben. Als solche sind der Magnetit sowie der Apatit (phosphorsaures Calcium) anzusehen.

Von den accessorischen Mineralien der Eruptivgesteine sind die wichtigsten der Turmalin, der Topas und der Flußspat, sowie Granat und Titanit. Das Hinzutreten dieser Mineralien ändert nichts an der Bestimmung eines Gesteines; so bleibt z. B. ein Titanit führender Syenit eben ein Syenit.

Daß man sich, um die Sedimentgesteine kennen zu lernen,

noch eine Anzahl weiterer Mineralien, die hier hauptsächlich eine Rolle spielen, genau zu merken hat, braucht wohl kaum gesagt zu werden. Da aber dieselben bei der Beschreibung der einzelnen Gesteinsarten unter der Gruppe der „einfachen Gesteine“ alle wiederkehren, so stellen wir hier vorläufig nur ihre Namen zusammen, mit dem Beifügen, daß jeder, der mit Petrographie sich abgeben will, die im Folgenden aufzuzählenden Mineralien ebenso genau kennen muß, wie die vorhin bei den Silikaten schon aufgeführten. Es wären dies etwa von minerogenen Gesteinen

Dolomit (magnesiahaltiger Kalk).
Kalk (kohlensaurer Kalk).
Gips } schwefelsaurer Kalk.
Anhydrit } schwefelsaurer Kalk.
Steinsalz (Chlornatrium).
Eisen, in den wichtigsten Formen und Arten seines Vorkommens.

Dazu käme noch das phytogene Mineral der Kohle in ihren verschiedenen Abstufungen (Graphit, Anthrazit, Steinkohle, Braunkohle, Torf) hinzu.

Indes, wie gesagt, es handelt sich hier nicht um Mineralien, wie bei den erst angeführten, sondern bereits um wirkliche Gesteinsarten; wir verweisen deshalb bezüglich derselben auf die spätere spezielle Ausführung.

Da die Stoffe, aus welcher die Sedimentgesteine sich aufbauen, durchweg ursprünglich den Massengesteinen entstammen, so müssen wir uns noch kurz bei den wichtigsten Umwandlungsprodukten der gesteinsbildenden Mineralien aufhalten.

Wie oben gezeigt wurde, spielen in der Gesteinswelt die Feldspäte weitaus die erste Rolle. Wir werden daher ihre Bestandteile in den Sedimentgesteinen weit verbreitet finden.

Thatsächlich dürfte auch der größte Teil unserer Thone (wasserhaltiges Thonerdesilikat) den gesteinsbildenden Feldspäten entstammen. Den Kalkgehalt der Plagioklase finden wir im Gips, bezw. dem Anhydrit und in den Kalken wieder; das Natron derselben und das Kali der Orthoklase im Meerwasser und in den Salzlagern in Form von Chloriden, sowie in neugebildeten feinschuppigen Glimmermineralien, welche den Sedimentgesteinen bisweilen beigemengt sind.

Die Sandsteine setzen sich größtenteils aus den Resten der in den Eruptivgesteinen ursprünglich enthaltenen Quarze zusammen. Die gefärbten Gemengteile liefern vor allem das Material der Eisenerze, wie umgekehrt Eisen fast immer die Farben im Mineralreich erzeugt; außerdem wird ihr Gehalt an Magnesia zum großen Teil im Dolomit zu suchen sein. Der Dolomit nimmt seinen Magnesiagehalt zum Teil aus Chloritmineralien, welche als Verwitterungsprodukte der Glimmer, Hornblenden und Augite entstanden sind. Es würde zu weit führen, alle Umwandlungsvorgänge in den Gesteinen hier zu erwähnen. Soweit sie in den Rahmen dieses Buches passen, werden sie im speziellen Teil noch eingehender besprochen werden.

Wie in den Eruptivgesteinen, so begegnen uns auch in den Schichtgesteinen Mineralien, welche nicht zum Wesen dieser Gesteine gehören, so der Schwefelkies (Eisenkies, Pyrit)*) in manchen Thonen, in der Kohle 2c.; ferner der Schwefel im Gips. Wir können daher diese Mineralien ebenfalls als accessorische Gemengteile betrachten.

Accessorische Bestandmassen.

Etwas ganz anderes ist es mit den accessorischen Bestandmassen, die man so häufig in unsern Gesteinen eingebettet antrifft. Man teilt sie am besten in Konkretionen und Sekretionen ein, von denen sich die ersteren von innen nach außen, die letzteren dagegen umgekehrt von außen nach innen gebildet haben.

Die Konkretionen entstanden dadurch, daß gewisse, in der Gesteinsmasse schon vorhandene Stoffe, wie Kalk, Kieselsäure, Eisen, Schwefelkies 2c. sich um irgend einen Punkt konzentriert und zu Knollen, Kugeln u. s. w. geballt haben. Sehr häufig mag irgend ein fremder Körper (eine Versteinerung, ein Koprolit oder auch nur ein Sandkorn u. dgl.) die erste Veranlassung dazu gegeben haben; der Vorgang selbst fand statt, solange das Gebirge noch weich und nachgiebig war, läßt aber für die Deutung in manchen Fällen noch allerlei Rätselhaftes stehen.

*) Der Schwefelkies, d. h. Doppelt-Schwefeleisen, erzeugt sich noch heute in der Natur, wenn z. B. Pflanzen in eisenoxydulhaltigem Boden vermodern.

Der äußeren Form nach unterscheidet man traubige und knollige, dann wieder kuglige und linsenförmige derartige Gebilde. Zu den ersteren gehören z. B. die Schwefelkiesknauer, die in den fetten Thonen der Sedimentgebirge stecken, zu den letzteren die sogen. Lößkinder (Lößmännchen, Lößpuppen), d. h. Kalkkonkretionen mit manchmal kieseliger Beimengung, die noch heute sich bilden, sodann alles, was man unter dem allgemeinen Namen „Geoden" zusammenfaßt. Eigentlich wären unter letzteren, wie eben der Name besagt (Geoden = „Erdbildungen"), nur solche Knollen zu verstehen, die innen hohl und mit verwitterter Masse („Erde") angefüllt sind, so daß sie klappern („Klapper- oder Adlersteine", mit denen der Volksaberglaube sich viel zu thun machte*). Heutzutage aber heißt man alles Geoden, was als fremdartiger Körper in Knollen- und Kugelform in unsern Gesteinsschichten steckt.

Wir erinnern nur an die vielen Eisengeoden (Thoneisenstein, Sphärosiderit), die in gewissen Thonen des Jura (z. B. im Turneri- und Opalinusthon des schwäbischen Lias β und Braunjura α) oft ganze Bänke bilden, an die sogen. „Laibsteine", die meistens Umhüllung irgend eines fremden Körpers (eines Fisches, Sauriers rc.) darstellen, und ähnliche Gebilde.

Manchmal fügen sich zwei solcher linsenförmigen Thon- oder Mergelknollen in eigentümlicher Weise zusammen, dann heißt man sie Brillensteine, in Finnland Imatrasteine. Ein andermal bekamen die noch weichen Knollen beim Trocknen und Erhärten Sprünge, die sich dann später wieder mit Kalkspat ausfüllten, so daß die Gebilde jetzt wie mit einem weißen Netz überzogen und durchwachsen erscheinen, auch eine gewisse entfernte Ähnlichkeit mit Schildkrötenschalen zeigen. In diesem Fall redet man von Septarien**), die für gewisse Formationen sehr bezeichnend sind und z. B. im schwäbischen Muschelkalk und Jura oft sehr schön vorkommen.

Großen Wert für die Wissenschaft haben freilich alle diese

*) Sie sollen vom Adler in sein Nest geholt werden, um dem Weibchen das Hecken der Eier zu erleichtern. Mit Beziehung darauf legt sie dann das Volk betreffenden Falls dem Vieh vor, um das Gebären zu befördern. Derartiges fabuliert schon Plinius von seinem „Aëtites" (Adlerstein).

**) „Septa" lat. „Furchen".

„Naturspiele“ eben nicht; da sie aber gerade dem Laien meist in besonderer Weise in die Augen fallen, dürfen sie in einem populären, d. h. eben für „Laien“ geschriebenen Werkchen am wenigsten übergegangen werden.

Es gehören hierher und überhaupt zu den „Konkretionen“ im weiteren Sinne des Worts dann auch noch eine Anzahl von eigentümlichen Gebilden, deren Entstehung man gewöhnlich auf Rutschung, Druck und Absonderungserscheinungen zurückführt, die aber in mancher Hinsicht noch keineswegs ganz aufgeklärt ist. Wir denken hier z. B. an die eigentümlichen „Nagelkalke“ oder „Tutenmergel“, die gleich in einander gesteckten Nägeln in manchen Schichten des Jura (Lias ε, Braun α 2c.) Schwabens oft ganze Platten zusammensetzen, an die „Spiegel“ und „Gegenspiegel“, sowie die seltsamen „Zapfen“, wie beide namentlich in den Aalener Eisenerzen vorkommen und allerdings hier am einfachsten durch „Abgerutschtsein“ erklärt werden, endlich an die eigentümlichen Stylolithen („Säulensteine“), wie sie hauptsächlich der Muschelkalk, aber auch manchmal der Weißjura so schön zeigt.

Da öfters Versteinerungen (Seesterne 2c.) oben drauf sitzen, so denkt man sich diese als Anlaßgeber, an und unter denen dann die noch weichen Massen abgerutscht oder in einander geschoben worden oder auch stehen geblieben wären.

Ihrer entfernten äußeren Ähnlichkeit halber, die sie mit den Styloliten haben, führen wir hier auch die berühmten Erdpyramiden am Rittnerberg, 2 Stunden von Bozen (vgl. unsere Fig. 21, S. 113) an, die freilich ihre Entstehung ganz anderen Ursachen verdanken. Hier hat nämlich der Regen die mächtigen Lehmhalden abgewaschen; aber überall da, wo auf dem Boden ein Stein lag, blieb ein Stück Erde stehen, das sich dann nach und nach zu einer Säule ausbildete, da der Regen den ringsum gelagerten Thon wegschwemmte, soweit derselbe nicht durch den deckenden Stein geschützt wurde. Wir haben also hier dieselbe Erscheinung wie bei den bekannten „Gletschertischen“ auf den Eisströmen des Hochgebirgs. Die dem Eis auflagernden Steine bewirken durch ihren Schatten, daß die Sonne an der betreffenden Stelle das Eis nicht schmelzen kann; so bleibt ein Eisfuß stehen, auf dem auch hier jeweils der deckende Stein noch aufsitzt.

Daß in unsern Gebirgen von jeher Rutschungen, Verschiebungen, Druckabsonderungen 2c. stattgefunden haben und noch fortwährend stattfinden, wobei dann die entstandenen Spalten, Risse u. dgl. später wieder durch anderweitige Mineralien verkittet und ausgefüllt werden (namentlich durch Kalkspat), das sind ja freilich bekannte Dinge. Wir erinnern nur an die vielen Kalkspatadern, die unsere Gesteine oder Versteinerungen oft netzartig durchziehen, an die in Stücke zer-

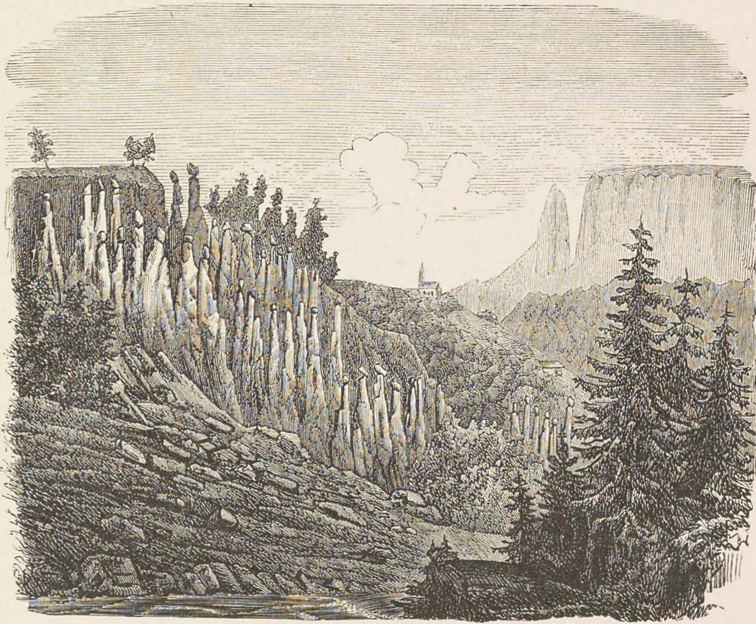


Fig. 21. Erdpyramiden bei Bozen (Südtirol).

rissenen Belemniten aus den Alpen, die dann wieder durch Kalkspat zusammengeschweißt, aber fast auf das Doppelte ihrer ursprünglichen Länge gebracht wurden und ähnliche Vorkommnisse.

Etwas ganz anderes als die Konkretionen sind die sogen. Sekretionen. Auch sie bilden fremdartige, in die Gesteine eingebettete Massen, die mit ihrer Umgebung an und für sich gar nichts zu thun haben. Aber sie sind von außen in dieselben hineingekommen, und ihre Bildung vollzog und vollzieht sich daher auch stets von außen nach innen. Es handelt sich hier fast immer um

Hohlräume im Gestein, die durch spätere Infiltration von im Wasser gelösten Mineralien wieder ausgefüllt wurden. Bleibt zuletzt noch eine kleine Höhlung übrig, die Gelegenheit zum Anschießen von Kristallen bietet, so werden diese natürlich ihre Spitzen stets nach innen kehren, gerade umgekehrt wie bei den Konkretionen, bei denen Kristalle, wenn solche Gelegenheit finden, sich zu bilden, ihre Spitzen stets nach außen richten: Beispiele für die erstere Erscheinung sind die Achatmandeln und Kristalldrusen, ein Beispiel für die letztere etwa der sogen. „kristallisierte Sandstein von Fontainebleau". Dieser besteht nämlich aus Konkretionen von Kalkspat im dortigen Sandstein, welche bis zu 60 % Sand einschließen; das Mineral hat die Kristallform des Calcits.

Es liegt nach dem Gesagten in der Natur der Sache, daß vor der Bildung solcher Sekretionen stets Hohlräume vorhanden sein mußten, in welchen sich eben die neue Gesteinsmasse ablagern konnte, und daß letzteres stets dadurch zustande kommt, daß die betreffende, im Wasser gelöste Mineralsubstanz durch einen Kanal („Einspritzloch"), welchen man bei den Achatmandeln öfters noch beobachten kann, von außen eindringt und sich an den Innenwänden der Höhlung, Schicht um Schicht niederschlägt. Wechselt im Lauf der Zeit diese Infiltrationssubstanz Stoff oder Farbe, so teilt sich das sofort dem Lösungsprodukt mit: daher entstehen z. B. jene papierdünnen, verschieden gefärbten, herrlichen Streifen in unsern Achaten.

Sind die genannten Hohlräume rund oder oval, so nennt man die Ausfüllungsmassen meist „Mandeln"; dieselben kommen hauptsächlich in Melaphyr und Basalt vor und sind nichts anders als Blasenräume, die sich durch Aufsteigen von Gasen in dem Gestein bildeten zu einer Zeit, da dasselbe noch feurigflüssig war. Bei größeren Höhlungen redet man auch wohl von „Drusen", wie solche namentlich im Urgebirge sich finden und gewöhnlich mit Quarzkristallen austapeziert sind. Man hat in solchen „Kristallkellern" (z. B. im St. Gotthardtgebiet) schon Bergkristalle von Meterlänge und Schenkeldicke angetroffen. Ganz unregelmäßige Löcher, die in dieser Weise durch fremde Mineralstoffe ausgefüllt sind, bezeichnet man als Nester, langgezogene Höhlungen als Spalten oder Adern, die dann mit den allerverschiedensten Mineralien gespickt sein können.

Auch die Erzgänge gehören hierher, bei denen ganz vortrefflich beobachtet werden kann, wie die betreffenden Stoffe in regelmäßiger Aufeinanderfolge (meist zuerst Kalkspat, dann Quarz, dann Flußspat und zuletzt das betreffende Erz, das eben deshalb stets in die Mitte zu liegen kommt, während die andern sogen. „Gang"-mineralien die „Saalbänder" bilden) an beiden Seiten des Ganges von außen nach innen sich abgesetzt haben.

Auch heiße Quellen lagern ihr Material oft in dieser Weise in Spalten nieder, wie dies z. B. beim „Böttinger Marmor" (bei Münsingen) der Fall ist. In Sediment- und insbesondere in Kalkgebirgen ist es hauptsächlich Kalkspat und Braunspat, der auf diese Weise in Gängen, Spalten und Höhlungen sich niederschlägt, während die Drusen und Mandeln der Silikatgesteine meist von Quarz (Achat, Amethyst, Chalcedon) oder von Zeoliten ausgefüllt sind. Auch die Kammern von Versteinerungen (Schnecken, Muscheln, Ammoniten u. s. f.) stellen solche Hohlräume dar, die, ganz wie die zufälligen und natürlichen, Gelegenheit zu Mineralablagerungen bilden, wie denn derartiges hier auch hundertmal beobachtet wird, Findet man in einem Gestein fremdartige Stücke, die etwa bei Lavenausbrüchen vom Nebengestein losgelöst und in die glühende Masse eingewickelt wurden, so sind das natürlich keine accessorischen Bestandteile oder Bestandmassen im bisher gebrauchten Sinn des Worts und gehören also auch nicht hierher.

Struktur der Gesteine.

Die Mineralogie lehrt uns aber weiter, insbesondere auch auf das Gefüge (die Struktur) der verschiedenen Gesteinsarten unser Augenmerk zu richten; und wenn wir auch dem Leserkreis gegenüber, für den wir dieses Werkchen bestimmt haben, von der neuerdings in der Petrographie so viel angewandten Untersuchung mit dem Mikroskop, also auch von der sogen. Mikrostruktur der Gesteine füglich absehen können, so halten wir es doch für durchaus nötig, auch den Laien, der sich mit Gesteinskunde befassen will, wenigstens mit der sogen. Makrostruktur der Gesteinsarten bekannt zu machen, d. h. ihm die verschiedenen Formen des Gefüges derselben vorzuführen, soweit man dies mit bloßem Auge erkennen kann.

In erster Linie ist hier nochmals daran zu erinnern, daß die meisten Mineralien entweder als echte Kristalle oder in versteckter Kristallform, d. h. kristallinisch vorkommen. In beiden Fällen haben wir Kristallindividuen vor uns, nur sind sie im kristallinischen Gefüge oft so klein, daß sie mit bloßem Auge nicht wahrgenommen werden können. Was die Gesteine und Gesteinsarten selbst betrifft, so besteht ein weiterer tiefgreifender Unterschied zwischen denselben darin, daß die einen aus verwachsenen kristallinischen Mineralindividuen, die andern nur aus äußerlich verkitteten Bruchstücken älterer Gesteine sich zusammensetzen. Jene nennt man kristallinische, diese klastische oder Trümmergesteine.

Bezüglich der Struktur der kristallinischen Gesteine nun unterscheiden wir hauptsächlich folgende Formen. Wir nennen eine Gesteinsart

körnig, wenn darin kristallinische Körner oder Blätter nach allen möglichen Richtungen mit einander verwachsen sind. Beispiele: Granit und Marmor. Je nach der Größe des Korns redet man von grob- oder fein-, von groß- oder kleinkörnigem Gefüge.

Dicht heißt man ein Gestein, bei dem die einzelnen Gesteinselemente mit bloßem Auge oder auch unter der Lupe nicht mehr als solche unterschieden werden können (z. B. bei gewöhnlichem Kalkstein). Unter dem Mikroskop zeigt sich das freilich anders; denn hier erkennt man, daß auch der dichteste Kalkstein aus lauter kristallinischen Kalkteilchen besteht. Sind die Gesteinselemente auch unter starker Vergrößerung nicht mehr als einzelne zu erkennen, wie dies namentlich bei natürlichen „Gläsern“ (z. B. Obsidian) der Fall ist, so redet man von homogener Struktur oder von amorpher Substanz, weil sich darin die einzelnen Mineralien als solche noch gar nicht ausgeschieden haben.

Schuppig heißt ein Gestein, wenn dasselbe aus lauter einzelnen Schüppchen oder Blättchen zusammengesetzt ist (Chlorit-, Glimmerschiefer u. dgl.);

flasrig, wenn linsenförmige Mineralaggregate mit dünnen, schuppigen Lagen abwechseln (z. B. beim Gneis).

Weiter reden wir von

schiefriger oder blättriger Struktur, wenn die Gemengteile nach einer bestimmten Richtung parallel angeordnet sind, so daß sich das Gestein in dünne Lagen und Blätter spaltet (Posidonienschiefer, Papierkohle rc.);

faserig dagegen bezeichnet diejenige Lagerung der einzelnen Gemengteile, da dieselben in lauter dünnstengeligen Fasern neben einander herlaufen (Fasergips, Asbest).

Porphyrisches Gefüge ist da vorhanden, wo in einer dichten oder feinkörnigen Grundmasse größere Kristalle wie in einem Teig eingebettet liegen (Porphyr, Trachyt);

oolitisches da, wo das Gestein aus lauter kleinen, kugeligen Konkretionen besteht, die konzentrisch-schalig um einen Mittelpunkt her gelagert sind (Eisenrogenstein, Erbsenstein).

Gebändert nennt man ein Gestein, das aus wiederholt mit einander wechselnden Lagen von verschiedenartigem oder verschieden gefärbtem Material besteht (Bandmarmor, Bandjaspis);

porös oder zellig ein solches, das kleinere oder größere, oft sehr große Hohlräume neben einander zeigt, die meist durch Auslaugung einzelner (weicherer) Gemengteile entstanden sind (Zellenkalk in der Trias). Das Wort

blasig und schlackig gebraucht man, wenn ein aus Glutfluß erstarrtes Gestein rundliche Blasenräume zeigt (z. B. manche Laven, Bimsstein); das Wort

mandelförmig, wenn derartige Hohlräume in Eruptivgesteinen mit fremden Mineralien („Mandeln") ausgefüllt sind (so beim Melaphyrmandelstein). Endlich bezeichnet

erdig diejenige Beschaffenheit, da sich ein Gestein meist infolge von Verwitterung wie Erde anfühlt (Eisenocker, Schreibkreide).

Aus dem eben Gesagten ist eigentlich schon zu ersehen, daß wir bezüglich der Struktur oder des Gefüges unserer Gesteine einen wesentlichen Unterschied machen müssen zwischen Eruptivgesteinen, Sedimentgesteinen und kristallinen Schiefern. Darnach zeigen sich

a) die Eruptivgesteine als

1. granitisch-körnig, 2. porphyrisch, 3. dicht, 4. glasig. Außerdem kommen hier noch als besondere Arten von Struktur vor: das sphärolitische („kugelförmige", äußerlich dem Oolit ähnlich, z. B.

beim Pechstein), das blasig-schlackige, das fluidale und das mandelförmige (oder mandelförmig-blasige) Gefüge.

b) Die Sedimentgesteine sind

1. körnig (z. B. carrarischer Marmor), 2. dicht, 3. schiefrig, 4. blättrig, 5. porös, 6. zellig, 7. erdig, 8. gebändert, 9. oolitisch und 10. faserig.

c) Die kristallinen Schiefer endlich haben entweder eine

1. schuppige oder eine

2. flasrige Struktur, wobei wir aber darauf aufmerksam machen, daß beides auch bei gepreßten Eruptivgesteinen vorkommen kann. Großer Druck verwandelt ja, wie wir oben gehört haben, unter Umständen eine Eruptivmasse in die Form eines kristallinen Schiefers (z. B. Granit in Gneis).

Bei den klastischen oder Trümmergesteinen dagegen unterscheidet man nach Größe und Form der sie zusammensetzenden Gesteinsfragmente:

Breccien, wenn das Gestein aus scharfkantigen und eckigen Bruchstücken, und

Konglomerate, wenn es aus abgerundeten, weil gerollten Gesteinsbrocken zusammengesetzt ist (Beispiele für ersteres: die Weißjurabreccien oder „Griese" im Riesgebiet von Nördlingen, für letzteres: Nagelfluhe oder Puddingstein, vgl. Taf. X, Fig. 2.)

Sandstein heißen wir ein Trümmergestein, das aus runden oder eckigen (meist aus Quarz bestehenden) Stückchen von Pulverform bis Erbsengröße besteht und durch irgend einen Zement (Kalk, Thon 2c.) verkittet ist (z. B. Keupersandstein).

Lose Akkumulate („Anhäufungen") endlich heißt man Gesteinsmassen, die nicht oder noch nicht durch ein Bindemittel mit einander verkittet sind (z. B. Kies, Sand, Gerölle u. dgl.).

Für alle Gesteine, die klastischen wie die eruptiven, kann man dann auch noch als wichtiges Unterscheidungsmerkmal die Schichtung (oder Nichtschichtung) aufstellen.

Geschichtet nennen wir ein Gestein, das sich in Bänke, Lager oder Schichten gliedert, die durch parallele Flächen („Schichtungsflächen"), deutlich von einander geschieden sind. Zeigt ein Gestein derartige Gliederung nicht, so nennt man es ungeschichtet oder

massig (Beispiele für ersteres: Jura- und Muschelkalk, für letzteres: Porphyr, Basalt u. dgl.).

Noch auf ein anderes Vorkommnis in der Gesteinswelt müssen wir alle, die sich mit der Beobachtung und Bestimmung von Gesteinen abgeben wollen, hier aufmerksam machen, nämlich darauf, daß vielfach in der Natur ein Gestein in ein anderes (natürlich nur ein ihm näher verwandtes) übergehen kann und übergeht, weil die verschiedenen Gesteinsarten keine scharf abgegrenzten Spezies darstellen. Solche

Gesteinsübergänge

können stattfinden

1. zwischen kristallinischen Gesteinen infolge nachstehender Modifikationen:

α) Ein wesentlicher Gemengteil eines Gesteins tritt in demselben allmählich zurück, z. B. der Granit verliert nach und nach seinen Feldspat, dann nennt man das Gestein „Greisen"; Gneis läßt allmählich seinen Glimmer schwinden, dann bekommt man „Granulit" u. s. f.

β) Ein neuer Gemengteil tritt zu den bestehenden hinzu und verdrängt nach und nach einen andern. So entsteht aus dem Syenit, wenn Quarz sich beimengt, der Granit.

γ) Die Gemengteile eines grobkörnigen Gesteins werden nach und nach so feinkörnig, daß dasselbe wie dicht erscheint. So wird aus Dolerit allmählich Basalt.

δ) Die Gemengteile eines körnigen Gesteins nehmen infolge von Druck nach und nach flasrige oder schiefrige Struktur an; so geht (unter großem Druck) Granit in Gneis über.

ε) Gewisse Gemengteile treten in ausgebildeten Körnern oder Kristallen vor den andern hervor, während diese an Größe verlieren. So bilden sich oft Übergänge zwischen Granit und Porphyr.

Daß zwischen den körnigen Tiefengesteinen (Granit 2c.), den porphyrischen Ganggesteinen (Porphyr 2c.) und den oft glasigen Ergußgesteinen (Laven) ebenfalls in der Natur Mittelstufen vorkommen, haben wir früher schon gesagt. Diese Übergänge bezüglich der Struktur hängen hier zugleich mit der Entstehungsweise zusammen.

Durch Umwandlung, welche aufsteigende vulkanische Dämpfe erzeugen, entstehen ebenfalls eine Anzahl von Gesteinsübergängen

oder neuen Gesteinen, z. B. der Turmalingranit (vgl. beistehende Fig. 22), der Topasfels, der Greisen aus gewöhnlichem Granit, indem letzterem durch solche Dämpfe entweder ein Mineral beigefügt oder eines entzogen wird. Trachyt z. B. wird durch schwefelsaure Dämpfe öfters in Alaunfels übergeführt.

2. Zwischen klastischen Gesteinen:

α) Die Größe der verkitteten Gesteinsbrocken nimmt ab oder zu: aus Konglomeraten werden Sandsteine und umgekehrt.



Fig. 22. Granit mit Turmalin vom Fichtelgebirg.

β) Eckige Gesteinsbruchstücke werden nach und nach zu gerundeten: Breccien gehen in Konglomerate über.

γ) Die Menge des Bindemittels nimmt zu: aus Konglomeraten mit thonig-kalkigem Zement werden Kalkmergel, die zuerst nur noch wenige Gerölle enthalten, bis diese schließlich ganz verschwinden.

δ) Eine und die andere Gesteinsart verschwindet nach und nach; z. B. aus einem Konglomerat, das ursprünglich aus verschiedenen solcher Gesteinsarten (Quarzit-, Granit- und Porphyrgeröllen) bestand, wird zuletzt ein bloßes Granit- oder Quarzitkonglomerat.

Auch hier ist aus den Namen zu ersehen, was jeweils damit gemeint ist.

Und nun gehen wir zu dem letzten hier zu besprechenden Abschnitt über, zur

e) Physiologie.

Wenn wir schon oben angedeutet haben, daß manchmal auch die Welt des Lebendigen mit dem toten Gestein in Beziehung trete, und daß man ebendeshalb auch die wichtigsten physiologischen Gesetze sich zu merken habe, so denken wir an die schon des öfteren berührten sogen. zoogenen und phytogenen, d. h. diejenigen Gesteine, die ihr Dasein Tieren oder Pflanzen verdanken.

Wir wissen alle, daß die Pflanzenwelt, soweit sie grüne Organe besitzt, unter Einwirkung des Lichts die Kohlensäure, die sie aus der Luft aufnimmt, in der Weise zersetzt, daß der Sauerstoff wieder ausgeschieden, der Kohlenstoff aber in der Pflanze abgelagert wird. So ist also sämtlicher Kohlenstoff, den wir in den (Sediment-) Schichten unserer Erdoberfläche gesteinsartig als Stein- oder Braunkohle aufgespeichert finden, gar nichts anderes als das Erzeugnis einstiger Pflanzen, die ähnlich wie heute der Torf unter Wasser (d. h. bei Luftabschluß) sich unvollständig zersetzten. Ebenso ist der Bernstein nichts weiter als ein fossiles Harz, das von einer sehr harzreichen Tannenart der Tertiärzeit erzeugt wurde. Daß manche Pflanzen schon bei Lebzeiten auch mineralische Stoffe in sich aufnehmen (die dann nach dem Tod der betreffenden Pflanze als „Gestein" zurückbleiben und ein solches bilden können), ist ebenfalls eine bekannte Sache. Sehr interessant sind in dieser Beziehung die sogen. Lithothamnien oder kalkabsondernden Algen, die am Meeresstrand (in Verbindung mit aufbauenden Korallen) oft meterhohe Bände von Kalkstein erzeugen. So ist z. B. zweifelsohne der Baustein Wiens, der sogen. Leithakalk entstanden, und es dürfte immerhin von Interesse sein, zu erfahren, daß die östreichische Hauptstadt ihre Monumentalbauten, soweit Werksteine dazu verwendet werden, aus den Kalkhüllen niederster Pflanzen aufführt, wie die französische aus den Gerüsten niederster Tiere (Foraminiferen, die hauptsächlich den „Cerithienkalk", den Baustein von Paris, zusammensetzen). Wir erinnern aber auch an die sogen. Kieselpflanzen

(Gräser, Schachtelhalme), die zum Teil viel Kieselsäure in ihren Stengeln ablagern, um dadurch dieselben fester und haltbarer zu machen. Immerhin werden auch tausende von Zentnern Heu oder Stroh noch lang keine irgendwie merkbare „Kieselschichte“ auf der Erde abzulagern imstande sein. Wo wir daher in der Natur, d. h. in unsern Gesteinsschichten Kieselbänke treffen, da sind nicht sowohl Pflanzen als vielmehr Tiere deren Erzeuger. Doch ja, gewisse höchst niederstehende Pflänzchen: die im Wasser lebenden, sich aber ganz ungeheuer rasch vermehrenden sogen. Stückelalgen (Diatomeen) lagern in ihren Zellen je ein winziges Kieselstäbchen ab, das natürlich nach dem Tod der Pflanze unzerstörbar liegen bleibt. Millionen und Milliarden solcher Stäbchen können aber in der That oft meterdicke Lager von Kieselgerüsten erzeugen, die zuletzt geologische Bedeutung gewinnen („Kieselguhr“ d. h. Kieselmehl von Berlin, Polierschiefer oder Tripel von Bilin in Böhmen 2c.). Die meisten Kieselknauer, Kieselknollen, Quarzschnüre und -Nester aber, die wir in unsern Sediment-, namentlich in den Kalkgebirgen finden (im Muschelkalk, Jura, Kreide 2c.), dürften von kleinen Tierchen (Seeschwämmen) herrühren, die ihre Bauten aus Kieselnadeln errichten d. h. wenigstens mit solchen durchspicken.

Noch gewaltiger freilich sind die Kalkniederschläge, die von Tieren herrühren (Korallen, Schwämmen, Seeigeln, Seesternen, Muscheln, Schnecken, Foraminiferen 2c.) und die zum Teil Gebirge von vielen hundert Metern Mächtigkeit bilden, wovon ja oben schon die Rede war.*)

Auch die verschiedenen Fettsubstanzen, die wir aus der Tiefe der Erde holen, also die verschiedenen festen Bitumina (Erdpech, Erdwachs, Asphalt 2c.), ebenso die flüssigen und selbst gasförmigen Kohlenwasserstoffprodukte (Erdöl, Naphta, brennbare Gase 2c.), sollen nach neuesten Untersuchungen nicht sowohl von Pflanzen, als vielmehr fast ausschließlich von Tieren herrühren, deren im Thon aufgesammeltes Fett wir also jetzt nach Millionen von Jahren zu Beleuchtungs- und Heizungszwecken benützen.

---

*) Als Beispiel für ein zoogenes Kalkgestein vgl. uns. Fig. 1 auf Taf. X: ein Stück Korallenkalk, aus versteinerten Tiergehäusen zusammengesetzt.

Schieferöl.

Als eines der bekanntesten Beispiele führen wir den ölhaltigen Posidonienschiefer Schwabens an, dessen Fettgehalt zweifellos von den Millionen und aber Millionen Tieren, kleinen und großen, herrührt, deren Leiber auf dem Boden des einstigen Jurameeres verfaulten und den Thonschlamm desselben mit dem Öl durchtränkten, das wir jetzt für unsern Hausbrauch wieder daraus abdestillieren. Schon Ende des 16. Jahrhunderts war dies bekannt. Denn als der damalige Herzog Friedrich I. von Württemberg den berühmten Johannes Bauhin von Mömpelgard zur Untersuchung und Beschreibung seines neuerrichteten „Wunderbads" Boll berief, fand sich, daß „die Krefften dieses heilsamen Wassers nicht bloß vom Schwefel, sondern auch von dem fließenden Steinöl herkamen, so Ihrer Fürstlichen Gnaden Chemikus Pantaleon Keller aus dem Schieferstein per descensum destilliert." Und als zu Zeiten Eberhards III. (1628—1674) in einer Schiefergrube bei Boll durch unvorsichtiges Feueranlegen der ganze Boden in Brand geriet, so daß selbst die Badgebäude dadurch ergriffen zu werden drohten, so bemerkte man während der 6 Jahre, die der kaum zu löschende Brand anhielt, daß „ein Öl aus der Erde floß, welches die Leute für Steinöl verkauften". Deutlicher konnte die Natur nicht sprechen. Und wenn auch die in den fünfziger Jahren des neunzehnten Jahrhunderts in Angriff genommene technische Ausbeutung dieses „Schieferöls" nur zu bald der Konkurrenz des ohne Mühe dem Erdreich abgezapften amerikanischen Petroleums erliegen mußte, so hat der gütige Schöpfer dem an mineralischem Brennstoff so stiefmütterlich bedachten Schwaben doch in jenen „Ölkrügen" des Lias einen nicht zu unterschätzenden Vorrat von tierischem Fett übermittelt, der wohl in kommenden Zeitläufen noch praktische Verwendung finden mag. Hat doch Quenstedt berechnet, daß in diesem Posidonienschiefer, der in einer durchschnittlichen Mächtigkeit von 5—6 m am gesamten Nordwestrand der Alb von Spaichingen bis Ellwangen sich hinzieht, pro Quadratmeile ca. 200 Millionen Zentner des feinsten naphtaartigen Öls stecken, dessen Wert sich nach Millionen beziffert.

Endlich wäre hier an so manche Phosphate (Phosphorite), Knochenbreccien (Bonebeds) oder auch den Guano zu denken,

da diese sämtlichen Produkte, wenn sie schichtenbildend auftreten, in der That der Geologie angehören, obwohl sie nichts weiter sind als tierische Abfall- und Auswurfstoffe, die wir ebenfalls nach Millionen von Jahren noch zur Düngung verwenden.

Damit wären wir, wie uns dünkt, mit der Besprechung desjenigen fertig, was wir die Grundvoraussetzungen der Gesteinskunde genannt, und dessen Kenntnis wir als unumgänglich notwendig bezeichnet haben für jeden, der es auch nur einigermaßen dazu bringen will, die verschiedenen Gesteinsarten der Erdoberfläche zu erkennen und selbständig zu bestimmen.

Wir gehen also weiter zur zweiten Hälfte, dem beschreibenden Teil, und eben damit zur Erledigung der Hauptaufgabe, die wir uns diesmal gestellt haben, nämlich zum Kennenlernen und Kennenlehren der wichtigsten Gesteinsarten selbst, die unsere Erdkruste zusammensetzen.

II.

Beschreibender Teil,

d. h. Aufzählung und Charakterisierung der wichtigsten Gesteinsarten der Erde.

Uebersichtsschema.

Die Gesteine, aus denen die Erdoberfläche sich zusammensetzt, treten bekanntlich in ungeheurer Menge und Mannigfaltigkeit uns vor Augen. So muß es wohl, wenn wir wirklich auch nur „die wichtigsten“ derselben kennen lernen wollen, unser erstes sein, uns nach einem kurzen leichtbehältlichen Einteilungsprinzip hiefür umzusehen. Dies glauben wir darin zu finden, daß wir von der Thatsache ausgehen, daß alle Gesteine nichts weiter sind als Anhäufungen von Mineralien, und zwar so, daß bald nur ein einziges Mineral eine Gesteinsart zusammensetzt, bald mehrere mit einander eine solche bilden, oder endlich auch eine Felsart nur aus Trümmern und Resten anderer besteht. Auf Grund dieser Thatsachen, teilen wir demnach sämtliche auf Erden vorkommende Gesteinsarten in folgenden 3 Gruppen ein:

I. Einfache Gesteine, d. h. Gesteine, die nur aus einer einzigen Mineralsubstanz (selbstverständlich nicht aus einem einzigen „Element“) bestehen und die großenteils zugleich diesen Mineralstoff in kristallinischer Form und Anordnung zeigen. Beispiel: Salz oder (zuckerkörniger) Marmor.

II. Gemengte Gesteine, d. h. Gesteine, die sich aus einem innigen Gemenge mehrerer Mineralsubstanzen oder aus einer Anhäufung gegenseitig mit einander verwachsener Individuen mehrerer Mineralien zusammensetzen. Beispiel: Granit oder Phorphyr.

III. Klastische oder Trümmergesteine, d. h. Gesteine, die zum größten Teil aus losen oder verkitteten Trümmern und thonigen oder sandigen Resten anderer Gesteine gebildet sind. Beispiel: Nagelfluhe, Sandstein, Thon.

Wir beginnen demnach unsere Beschreibung der wichtigsten irdischen Gesteinsarten, wenn wir jetzt ans einzelne gehen, mit

I. den einfachen Gesteinen.

Dieselben bekommen wir am übersichtlichsten zu erkennen, wenn wir, auf ihre Bestandteile zurückgehend, daran erinnern, daß sie bestehen können und auch wirklich bestehen aus

a) Wasserstoffoxyd:
Eis;
b) aus einem Chlorid (oder Fluorid):
Steinsalz (und Flußspat);
c) aus einem Sulfat (Schwefelsäureverbindung):
Gips, Anhydrit, Schwerspat;
d) aus einem Carbonat (Kohlensäureverbindung):
Kalk, Dolomit;
e) aus einem Phosphat (Phosphorsäureverbindung):
Phosphorit, Guano;
f) aus Kieselsäure:
Quarzit, Kieselschiefer, Feuerstein, Kieselsinter, Süßwasserquarz &c.:
g) aus einem Eisensalz oder Eisenoxyd (Eisenverbindung):
Spateisenstein, Thoneisenstein, Brauneisenstein, Roteisenstein, Magneteisenstein;
h) aus einer Kohlenstoffverbindung:
Torf, Braunkohle, Steinkohle, Anthrazit, Graphit, Petrol, Asphalt, Bernstein.

Und nun gehen wir der Reihe nach eins ums andere dieser einfachen Gesteine durch. Beginnen wir da mit

Kapitel I:

dem Eis,

so dürften wir vielleicht zunächst manchem „Schütteln des Kopfes" begegnen, indem unsere Leser uns fragen werden, ob denn eigentlich das Eis auch ein Gestein sei oder mit Gesteinsbildung überhaupt etwas zu thun habe. Wir antworten darauf: Ja wohl, und zwar sehr viel. Nur darf man natürlich dabei nicht bloß an den klein-

lichen Verhältnissen und Erzeugnissen stehen bleiben, welche uns unsere Winter zu bringen pflegen, sondern muß an die großen Eisvorräte denken, wie sie z. B. im Hochgebirg und um die beiden Pole der Erde herum fortwährend angehäuft liegen.

Daß hier das Eis als sog. Gletscher- und Inlandeis in der That als geologischer Faktor auftritt und sehr bedeutend zur Gestaltung und Veränderung der Erdoberfläche mitwirkt, kann keinem



Fig. 23. Gletscherlandschaft.

verborgen sein, der auch nur oberflächlich mit diesen Dingen sich schon bekannt gemacht hat. Es kann sich für uns nicht darum handeln, hier oder bei ähnlichen Gelegenheiten lange Auseinandersetzungen (z. B. über die Gletscherbildung, über die Entstehung der Steinkohlen u. dgl.) zu geben, — schon der Raum verbietet uns dies, sowie die Aufgabe, die wir uns in diesem Büchlein gesteckt haben. Wir wiederholen zunächst einmal die unbestreitbare Thatsache der geologischen Bedeutung des Wassers in seiner letztgenannten

Form, in welcher es (eben als Eis) wirklich vielfach dieselbe Rolle spielt wie jedes andere „Gestein“.

Erinnern aber müssen wir daran, daß man seiner Entstehung nach Schneeeis und Wassereis unterscheiden muß, und daß jede dieser beiden Arten ihrer petrographischen Beschaffenheit nach wieder sich teilt: jene in Schnee, Firn und Gletschereis, diese in gewöhnliches Wasser- und Grundwassereis.

Der Schnee ist eine lose Zusammenhäufung (Aggregat) von Nadeln und Flocken, die sich aus der atmosphärischen Feuchtigkeit bei niederer Temperatur bilden. In der obersten Hochgebirgsregion (in unseren Breitegraden von 3300 m an aufwärts) sowie in den Polargegenden setzt er mächtige und bleibende Ablagerungen zusammen, wobei sich die einzelnen Flocken zu einem feinen, sandartigen, kristallinischen Pulver ballen.

Der Firn entsteht aus diesem Hochschnee in geringerer Höhe der Berge (von 3300 m abwärts) dadurch, daß das Schneepulver zu Eiskörnern verschmilzt, welche durch dazwischen sickerndes und gefrierendes Wasser zu festen Massen verkittet werden können. Ist dies der Fall, so haben wir

das Gletschereis, das sich dann in noch geringerer Höhe (von 2500 m an abwärts) zu förmlichen Gletschern gestaltet, deren Masse also nichts anderes ist, als ein Konglomerat von größeren oder kleineren Firneiskörnern, die durch Auftauen und Wiederzusammenfrieren zu Stücken von Erbsen- bis Hühnereigröße verkittet wurden. Die Gletscher selbst sind demgemäß sehr langsam fließende Eisströme, die unter Umständen bis in verhältnismäßig große Tiefe herabsteigen können. In den Alpen haben wir Gletscher, deren Ende bis zu 1000 m (unterer Grindelwaldgletscher 1024 m), also bis ins bewohnte Land herabgehen, und an deren Rändern noch hoch hinauf eine üppige Alpenflora sich entwickeln kann. Auf Neuseeland wachsen am Rande der zum Teil bis ins Meer sich vorschiebenden Gletscher sogar noch Palmen: Thatsachen, die ein sehr bedeutsames Licht auf die Verhältnisse während der sogen. „Eiszeit“ in unsern Ländern werfen.

Die Gletscher und deren Eismassen schmiegen sich bei ihrem Lauf allen Gestaltungen der Thäler, die sie ausfüllend durchfließen, aufs innigste an, schleifen dabei sowohl den Untergrund

als auch die beiden Seiten ab, was man an dem geritzten und glattgehobelten Gestein („Gletscherschliffen") trefflich beobachten kann. Wo solche „Gletscherschliffe" oder „Rundhöcker", d. h. vom Eisstrom glatt gefegte Gesteinsmassen (vgl. uns. Fig. 24)

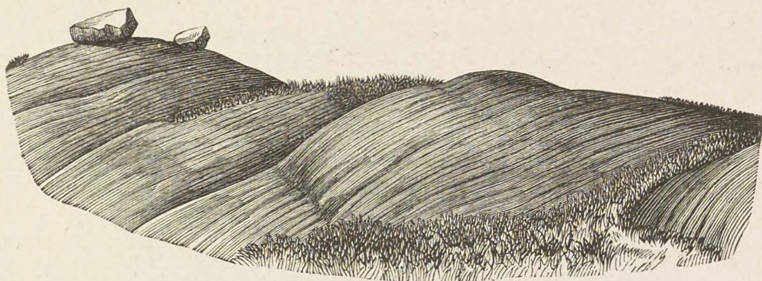


Fig. 24. Rundhöcker aus den Alpen, geschrammt und glattgeschliffen, mit aufgelagerten erratischen Blöcken.

an Stellen vorkommen, die heute längst vom Eis entblößt sind, haben wir daran stets einen sicheren Beweis, daß früher einmal die Gletscher wirklich die betreffenden Stellen überdeckt haben.

Dasselbe wird durch die sogen. Moränen bewiesen, d. h. durch mächtige Stein- und Schutthaufen, die der Gletscher einst von den Bergen herabgeführt und da liegen gelassen hat, wo er schließlich zur Abschmelzung gelangte. Man unterscheidet Seiten-, Mittel-, End- und Grundmoränen, über deren Entstehung und Bedeutung wir uns aber unmöglich weiter auslassen können.

Eine einzige Reise ins Hochgebirge zeigt einem halbwegs aufmerksamen Beobachter all diese Erscheinungen aufs deutlichste und mit Hilfe eines kundigen Führers oder eines guten Handbuchs wird er bald auf Grund eigener Beobachtung verstehen, was „Gletscherspalten", „Gletschermühlen", „Gletschertische" und dgl. sind und wodurch sie entstehen (vgl. uns. Fig. 23). Die Mächtigkeit (Dicke) des Gletschereises im Hochgebirg ist meist sehr bedeutend und lehrt es verstehen, wie derartige Eisströme haushohe Felsblöcke, die von den Bergen auf ihren Rücken herabfielen, oft viele Meilen weit forttrugen und dann da, wo das Eis zuletzt abschmolz, liegen ließen. Es sind dies die sogen. „erratischen Blöcke" (vgl. Fig. 25), mit denen der Schweizer Jura und sämt-

liche Alpenvorländer bedeckt sind, oder „Findlinge“, wie man diese Gesteinsbrocken in Norddeutschland heißt, wo sie zur „Eiszeit“ von den skandinavischen Gletschern auf deren Rücken über die Ostsee herüber getragen wurden.

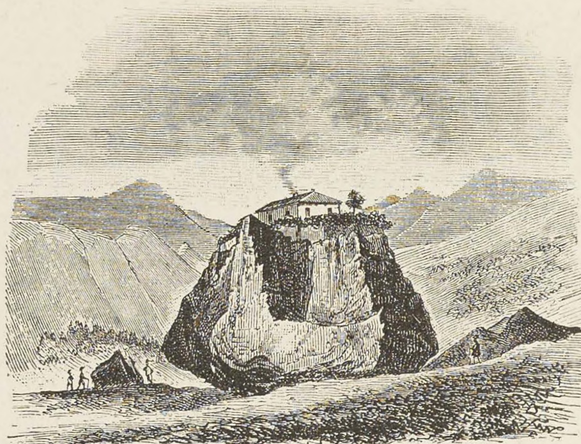


Fig. 25. Erratischer Block.

Auch das kleinste Stück eines „geritzten“ oder „geschrammten“ Geschiebes (vgl. z. B. uns. Fig. 26), und wenn dasselbe heute dutzende von Meilen von einem Gletscher entfernt gefunden wird, beweist mit untrüglicher Sicherheit, daß einst (während der sogen. „Eiszeit“) wirklich der Gletscher bis dahin sich erstreckt habe, wo wir jetzt dieses Geschiebe finden.

Die meisten Gletscher in den Alpen gehen heute von Jahr zu Jahr etwas zurück, ohne daß dadurch jedoch auf eine zunehmende Erhöhung der mittleren Jahrestemperatur geschlossen werden dürfte, da man vielfach auch die umgekehrte Beobachtung des Vorrückens mancher solcher Eisströme machen kann. Die Bewegung der Gletscher selbst erfolgt einerseits durch den Druck der fortwährend von oben herab nachrückenden Hochschnee- und Firnmassen, andererseits durch die Neigung des Betts, das sie anfüllen; sie beträgt — natürlich je nach den Neigungsverhältnissen dieser Ströme oder der (winterlichen und sommerlichen) Temperatur ihrer

Umgebung sehr verschieden — im Mittel 1 bis 2 cm während eines Tags (innerhalb 24 Stunden). Das Ende des Gletschers wird immer da sich herausbilden, wo die sommerliche Abschmelzung und das von oben herab stattfindende Nachrücken des Eises sich das Gleichgewicht halten.

Bezüglich des Inlandeises, wie dasselbe insbesondere das Innere von Grönland sowie die weiten Gebiete um die beiden Pole her bedeckt, gelten ähnliche Gesetze. Haben wir doch in dem-

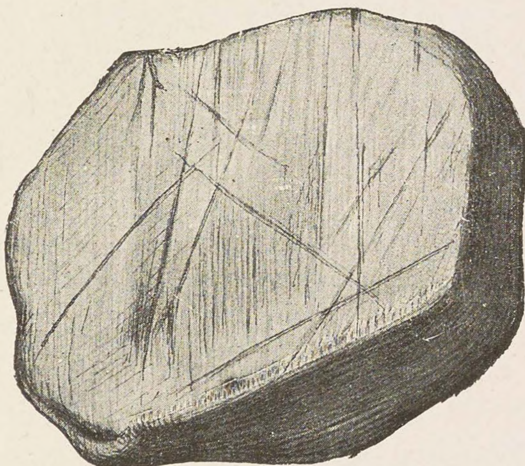


Fig. 26. Geritztes Geschiebe (aus einer Gletschermoräne).

selben nichts anderes vor uns als riesige, über weite Strecken ausgedehnte Gletschermassen, die ihre Zungen meistens ins Meer hinaus strecken und so, durch Abbröckeln und Abbrechen gewaltiger Schollen, die Veranlassung zur Entstehung der sogen. Eisberge und Eisinseln bilden, die z. B. im atlantischen Ozean oft bis in unsere Breiten herabtreiben und unter Umständen zu gewissen Jahreszeiten sogar die Schiffahrt zwischen Europa und Nordamerika gefährden können und schon gefährdet haben. Die Mächtigkeit auch dieses Eises soll z. B. in Grönland gegen 1000 Meter und darüber erreichen.

Das Wassereis ist entweder gewöhnliches, d. h. solches, das sich an der Oberfläche der Gewässer durch Zusammenfrieren

von Eisnadeln, oder aber solches, das sich auf dem Boden derselben bildet (Grundeis). Jenes ist fest, hart, durchsichtig, weiß oder grünlich, das Grundeis dagegen locker und schwammig, auch durch allerlei erdige Bestandteile, die am Grund mit einfrieren, schmutzig geworden. Die eigentlichen Bildungsstätten und Vorratskammern für das Wassereis sind aber freilich nicht unsere Flüsse und Seen, sondern die Polarmeere, die mit einer Eisdecke von 6 bis 10 m Mächtigkeit bedeckt zu sein pflegen. Dasselbe bleibt entweder jahraus jahrein (auch den Sommer hindurch) in seiner ursprünglichen Lage, oder löst sich — an den Rändern gegen Süden — in mächtigen Schollen und Schemeln ab, die natürlich schmelzen, sobald sie in wärmere Luft- oder Seetemperaturen gelangen.

Wir gehen weiter zur zweiten unter den einfachen Gesteinsarten, zum

Kapitel II:

Salz,

und zwar denken wir hier, da es sich um gesteinsbildende Schichten handelt, nur an das sog. Steinsalz und wiederum nur an das aus Chlornatrium (60 Teilen Chlor, 40 Teilen Natrium) bestehende Kochsalz (Na Cl).

Gleich dem Eisen ist Salz eines der unentbehrlichsten und am häufigsten vorkommenden Mineralien, das der gütige Schöpfer wohl eben deshalb überall in der Erde wie im Meer niedergelegt hat. Das Meerwasser enthält durchschnittlich 2,5 % Koch- und 1 % Bitter-, im ganzen also 3,5 % Salz (35 pro mille)*); würden sämtliche Ozeane abgedampft werden können oder vertrocknen, so würde ihr Boden sich mit einer ca. 20 m dicken Salzkruste bedecken.

*) Der Salzgehalt des stillen und atlantischen Ozeans beträgt nach der in Brauns „chemischer Mineralogie“ angegebenen Analyse in 1 Liter Wasser

Natriumchlorid	27,0
Kaliumchlorid	0,6
Magnesiumchlorid . . .	3,2
Magnesiumsulphat . . .	2,2
Calciumsulphat	1,4
zusammen :	34,4 ‰ d. h. pro mille.

Das Salz findet seine Anwendung nicht nur als notwendiges Nahrungsmittel für Menschen und Vieh (0,004 Teile Salz müssen im Blute sein, wenn der Organismus gesund bleiben soll), sodann als wichtiger Konservierungsstoff (Einpökeln der Heringe, Einsalzen von Rauchfleisch 2c.), sondern insbesondere auch zu industriell-technischen Zwecken (Fabrizierung von Glas, Soda, Seife, künstliche Eisbereitung 2c.); es werden deshalb geradezu riesige Mengen dieses Stoffes gefördert und verbraucht. Schlägt man die jährliche Produktion von Salz für Europa (England 30, Portugal und Spanien 11, Rußland, Östreich und Frankreich je 9, Deutschland 8 Millionen Zentner) auf rund 100 Millionen Zentner an, so darf diese Summe für die ganze Erde wohl ohne Übertreibung verdreifacht werden.

Dabei wird die Gewinnung dieses Minerals durch Abscheidung aus dem Meer (und manchen Salzseen) und diejenige durch bergmännische Förderung aus den Salinen (Seesalz und Steinsalz) sich ungefähr das Gleichgewicht halten. Für gewisse Zwecke wird das Seesalz sogar vorgezogen; so sollen z. B. die Pökelheringe besser schmecken, wenn sie mit See-, als wenn sie mit Steinsalz behandelt werden. Im übrigen ist der Reichtum auch an Steinsalz auf Erden ganz unermeßlich.

Wenn wir bedenken, daß bei Staßfurt ein Salzlager von 330 m abgebaut wird, daß der Bohrer in Sperenberg (bei Berlin) bei 1300 m noch nicht an das Ende des dortigen Salzstocks gelangte, daß in Wieliczka (Galizien) gar 1400 m mächtige Salzlager ausgebeutet werden (die in die dortigen Stöcke eingehauenen Gänge sind zusammen etwa 86 Meilen lang und 5 bis 15 m hoch, alles in reinstem Steinsalz; vgl. uns. Fig. 27), daß allein aus der Saline Friedrichshall a. Neckar der Staat Württemberg einen jährlichen Reingewinn von 300 000 Mark für Salz gezogen hat*): so mag das eine kleine Vorstellung geben von den Salzmassen, die im Schoß der Erde begraben liegen. Und wie viel davon mag durch eingedrungene Tag- und Sickerwasser

*) Leider ist am 15. Sept. 1895 diese Saline durch einen Wassereinbruch völlig „ersäuft" worden. An ihre Stelle ist jetzt bei Kochendorf eine neue errichtet und seit Juni 1900 im Betrieb.

längst wieder ausgelaugt und weggeführt sein! Nur wo die Salzstöcke — was übrigens glücklicherweise fast immer der Fall ist —

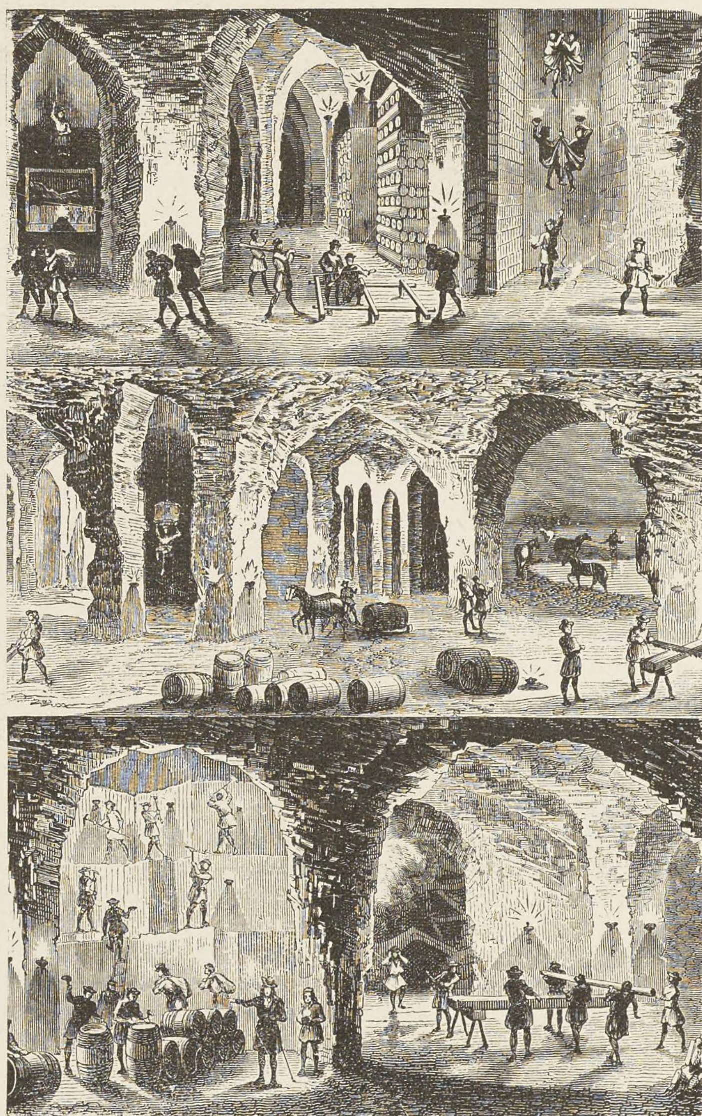


Fig. 27. Salzbergwerk in Wieliczka.

von einem das Wasser nicht durchlassenden Mantel von Anhydrit und Thon umgeben sind, kann man sie bergmännisch abbauen, wenigstens in unseren Ländern.

In dem fast regenlosen Katalonien (Kordona) steht allerdings ein Stock von reinem, kristallinischen Steinsalz (ein förmlicher Salzberg von mehreren hundert Metern Mächtigkeit) offen zu Tag, so daß dort das Salz oberirdisch gewonnen wird, wie man etwa in einem Steinbruch Quader aushebt.

Zugleich ist das Salz recht eigentlich ein Gradmesser der Kultur in der Geschichte der Menschheit, wie denn sämtliche Völker in Sprache und Sitten eine Menge von Beispielen liefern, die von der Bedeutung dieses Stoffes von den ältesten Zeiten an Zeugnis geben. Je niederer in der Bildung ein Volk steht, desto höher wird dieser Artikel in seinen Augen gewertet. In Neuseeland z. B. verkauft wohl noch heute der Bruder die Schwester um einige Pfund Salz, im Innern Afrikas kann man unter Umständen 1 bis 2 Sklaven um eine Handvoll desselben sich erwerben.

Und wie viel wird in fast allen indogermanischen Sprachen das Salz als Bild des Witzes und der Weisheit gebraucht. Die Rede Cäsars war „sale et facetiis" („mit Salz und Witzworten") gewürzt, wie zu dessen Ruhme berichtet wird. Die Feinheit und Gewandtheit der Athener in der Ausdrucksweise machte das „attische Salz" sprichwörtlich.

Von fast allen Völkern wurde Salz bei ihren religiösen Gebräuchen (Opfern &c.; Lev. 2, 13. Mc. 9, 49) verwendet, offenbar wegen seiner Eigenschaft, der Fäulnis zu wehren. Aus demselben Grund nennt Jesus seine Jünger „das Salz der Erde" (Mt. 5, 13), und der Apostel mahnt die Christen, „allezeit Salz bei sich haben" (Col. 4, 6). Noch heute wird dem russischen Zaren, wenn er in eine Stadt seines Reiches kommt, von den Vorstehern derselben auf goldener Platte „Salz und Brot" entgegengebracht.

Und wie viel erzählen uns nur die Orts-, Fluß- oder Städtenamen von uralten Gewinnungsplätzen dieses unentbehrlichen Stoffs, der freilich in früheren Zeiten lediglich durch Benützung der natürlichen Solen (Salzquellen) in den Dienst des Menschen gebracht ward. Alle Namen von Flüssen und Städten wohl in ganz Europa, die mit (lat.) „Sal" oder (griech.) „Hals" in Beziehung stehen,

weisen auf derartige Salzgewinnungen hin (Hall, Halle, Hallstadt, Friedrichs-, Klemens- ꝛc. „hall“; Salzbach, Salzburg, Sulz, Sulzerrain, Sulzbach ꝛc.); und bis ins Mittelalter hinein gab es auch zwischen den deutschen Völkerschaften oft blutige Kriege um solche „Salzpfannen.“

Das Steinsalz ist eine körnige, spätige oder fasrige Zusammenhäufung von Kochsalz (NaCl) und zeichnet sich durch seine leichte Löslichkeit im Wasser (das übrigens nur 27 Teile Salz aufzulösen imstand ist; was man von Salz mehr hineinwirft, bleibt ungelöst, da mit 27° die Sole „gesättigt“ ist), seinen bekannten, salzigen Geschmack und seine nach 6 Flächen sich vollziehende Spaltbarkeit (nach dem Würfel) vor andern aus.

Die meist dem Steinsalz anhaftenden Beimengungen von Magnesiumchlorid und Chlorcalcium bewirken, daß das Salz so gerne Wasser aus feuchter Luft zieht, ja schließlich vollständig „zerfließt“. Andere Beigaben, wie insbesondere Gips, Kalk und Thon, verunreinigen vielfach das an und für sich weiße und klare Salz, und geben ihm eine schmutzige Farbe. Ist letztere gelb, rötlich oder grün, so rührt dies von kleinen Mengen Eisen oder Kupfer her, die es enthält. Auch Wasserstoffgas und Kohlensäure wohnen dem Steinsalz oft inne und verursachen dann, wenn man die Stücke im Wasser löst, durch Ausströmen jener Gasblasen ein eigentümlich knisterndes Geräusch („Knistersalz“ von Wieliczka).

Daß aber das Steinsalz wirklich als geologischer Faktor auf unserer Erde auftritt und manchmal geradezu Berge bildende Massen darstellt, haben wir oben schon gesehen. Wir schließen damit, daß wir gleichzeitig darauf hinweisen, wie dieses merkwürdige und so höchst wichtige „Gestein“ so ziemlich in allen (natürlich aber, seiner Bildungsweise zufolge, nur in den Sediment-) Formationen der Erde vorkommt, meist mit Gips, Anhydrit und Thon in Wechsellagerung, und große linsenförmige Stöcke oder Nester bildend.

Um eine kurze Übersicht von diesem seinem Vorkommen zu geben, fügen wir folgende Tabelle bei:

Vorkommen von Steinsalz in der Erde nach

Formation		Lokalitäten
	Jetztzeit (Alluvium und Diluvium).	Wüstensalz der Kirgisensteppe, in Arabien, Ägypten („Bittersee"), in der Sahara, Südrußland und Südamerika. Am Toten Meer, am Salzsee von Utah (Mormonenstadt), am Titikakasee (Peru) ꝛc.
	Tertiär.	Kordona in Katalonien, Wieliczka in Galizien; in Siebenbürgen, Kleinasien und Armenien; Rimini in Italien und Louisiana (Amerika).
	Kreide.	Westfälische Solquellen (Unna). Algier.
	Jura.	Sole von Rodenberg am Deister (Hannover). Bex im Kanton Waadt (Rhonetal).
Trias.	Keuper.	Lothringen, Hall in Tirol, Hallein und Berchtesgaden im Salzkammergut.
	Muschelkalk.	Am obern und untern Neckar sowie am Kocher in Württemberg. Ernsthall in Thüringen.
	Buntsandstein.	Hannover, Braunschweig, England.
	Dyas.	Gera, Thüringen, Staßfurt und Halle (Preußen) Sperenberg (bei Berlin).
	Steinkohlen-Formation.	Am New River (Westvirginia in Nordamerika, bei Durham und Bristol (England).
	Silur.	In den Staaten von Newyork und Michigan (Nordamerika).

Dem Steinsalz sind noch eine Reihe von Chloriden anzuschließen, welche unter gewissen Bedingungen mit ihm zusammen vorkommen und als „Abraumsalze" bezeichnet werden, da man früher ihren Wert nicht erkannte und sie daher abräumen mußte, um zu dem unter ihnen lagernden Steinsalz zu gelangen.

Heute ist der Abbau dieser Abraumsalze in dem Staßfurter

Salzwerk, wo letztere noch erhalten sind, weitaus wichtiger als die Gewinnung des Steinsalzes selbst (vgl. S. 80). Es enthalten nämlich diese obersten Schichten des Staßfurter Salzlagers eine Reihe von wertvollen Kalisalzen, von welchen die wichtigsten der Kainit, der Carnallit und der Sylvin sind.

Sowohl ihrer Entstehung nach, als bezüglich ihres geologischen Auftretens reihen sich den erwähnten Salzen zwei weitere einfache Gesteinsarten an:

Kapitel III:

Der Gips und der Anhydrit.

a) Der Gips ist nichts anderes als wasserhaltiger, schwefelsaurer Kalk von der chemischen Formel $Ca SO^4 + 2 H^2 O$, d. h. der Gips setzt sich zusammen aus 33 Teilen Calcium, 46 Teilen Schwefelsäure und 21 Teilen Wasser. Er kommt kristallisiert oder derb vor, ist von Haus aus farblos, aber öfters durch Beimengung von Eisen, Bitumen oder Thon gelblich, rötlich und grau gefärbt, und von ähnlichen Gesteinsarten, wie z. B. gewissen Kalksorten, leicht zu unterscheiden durch seine Weichheit und seine Schwerlöslichkeit in Säuren. Er läßt sich schon mit dem Fingernagel ritzen und zeigt ein spätiges, schuppiges, körniges oder fasriges Aussehen.

Der Gipsspat, der blättrige, durchsichtige, glasglänzende Tafeln bildet, hat auf den ersten Anblick viel Ähnlichkeit mit Glimmerplatten. Das Volk hat auch beiden denselben Namen „Marienglas“ oder „Fraueneis“ gegeben. Doch ist er sofort an seinen größeren Sprödigkeit dem biegsamen Glimmer gegenüber leicht zu erkennen.

Kristallines Gefüge zeigt auch der Fasergips, ein sehr schönes Vorkommen mit herrlichem Seidenglanz, z. B. im schwäbischen Keuper, wo er Schnüre oder Lager, oft von 3 bis 8 cm Dicke, in den thonigen Gipslagern bildet.

Dichter oder derber Gips kommt in knolligen Massen vor; ist er schneeweiß und an den Kanten durchscheinend, so heißt man ihn Alabaster. Die schönsten Sorten davon finden sich in Toskana

und werden dort zu allerlei Ziergegenständen, oft zu wirklichen Kunstwerken verarbeitet (geschnitzt).

Der körnige Gips von weißer oder lichter Farbe, oft mit dunklen Flecken und Wolken ähnelt manchen Marmorarten, ist aber, wie gesagt, viel weicher als jeder (kohlensaure) Kalk.

Am gemeinsten ist natürlich der Gipsthon oder thonige Gipsstein, der oft hunderte von Metern mächtige Bänke bildet, und für Industrie und technische Zwecke (Düngung) abgebaut und gemahlen wird. Bei ihm sieht man sofort, daß wir es allerdings hier mit einer gebirgsbildenden Gesteinsart zu thun haben.

Seine Hauptentwicklung gehört der Dyas, der Trias und dem Tertiär an, wo er gern in Begleitung von Steinsalz, Anhydrit und Thon vorkommt, meist in linsen- oder stockförmigen Massen, doch öfters auch, z. B. eben im Keuper Schwabens in geschichteten Bänken. Am Südrande des Harzes von Sangerhausen bis Osterode dehnt sich z. B. ein 6 Meilen langer, mächtiger Gipswall aus, welcher der Dyas angehört. Die schwäbischen Gipse sind teils mit der Anhydrit- und Steinsalzgruppe des Muschelkalks vergesellschaftet, teils bilden sie mächtige Schichten im unteren Keuper.

Da der Gips in (420 Teilen) Wasser löslich ist, bilden sich manchmal Hohlräume, sog. „Schlotten“, die zu Erdfällen und Einsenkungen Veranlassung geben.

Die Anwendung des schneeweißen, gebrannten und gemahlenen Gipses in der Technik (zu Stukkaturarbeiten, Gipsabgüssen ꝛc.) ist bekannt. Sehr nahe mit dem Gips verwandt ist

der Anhydrit ($CaSO^4$), einfach, wie schon sein Name („der wasserlose“) besagt, ein wasserfreies Calciumsulphat, und vielfach der Erzeuger auch des echten Gipses. Liegt doch die Vermutung sehr nahe, daß mancher Gips aus Anhydrit dadurch erst entstand, daß die Tagwasser von oben in das Anhydritgebirge einsickerten. Oft genug kann man auch in der That beobachten, daß Gipslager in der Tiefe — bis wohin das Wasser noch nicht gedrungen ist — in Anhydrit übergehen, oder daß umgekehrt Anhydrit in Bergwerken Stollen ꝛc., wenn Wasser einsickert, in Gips sich verwandelt und dabei natürlich sich aufbläht und einen größeren Raum einnimmt als zuvor, was böse Verrutschungen, Faltungen und dgl. bewirken

kann. Dies ist bei Eisenbahn- (Tunnel-) Bauten schon recht störend geworden (Tunnel bei Weinsberg in Württemberg).

Vom Gips unterscheidet sich sein wasserloser Bruder leicht durch die größere Härte, vom Kalkstein, dem er oft sehr ähnlich sieht, durch Nichtbrausen in Säuren, letzteres ist auch beim Dolomit das Unterscheidungsmerkmal gegenüber dem Kalk, da jener in Säuren ebenfalls nicht braust. Der Anhydrit bildet selten geschichtete Bänke, tritt vielmehr meist stockförmig und in Gesellschaft von Gips und Steinsalz auf. Seine Farbe ist hellrot, hellgelb, lichtgrau, bei Sulz a. N. kam früher auch eine schöne, fast himmelblaue Sorte vor. Sein Hauptvorkommen fällt wie beim Gips in die Dyas- und Triaszeit, in deren Schichten er manchmal zu riesigen Massen anschwellen kann. Bekannte Fundplätze sind: Osterode am Harz, Staßfurt bei Magdeburg, Lüneburg, Sulz a. N., Hall in Tirol.

Schwerspat und Flußspat.

Anhangsweise möge hier noch auf zwei weitere Mineralien aufmerksam gemacht werden, welche zwar nicht gesteinsbildend auftreten, aber in der Natur, wie in der Praxis eine so wichtige Rolle spielen, daß ihnen immerhin ein paar Worte gewidmet werden dürfen.

Es handelt sich um den Schwerspat oder Baryt ($Ba\,SO^4$), dasjenige schwefelsaure Mineral, in welchem die Schwefelerde mit der Schwererde (Baryum) verbunden ist, sowie um den Flußspath (Fluorcalcium $Ca\,Fl^2$).

Beide Mineralien kommen häufig und insbesonders als sogen. Gangmittel (d. h. die Ausfüllung von Erzgängen bildend) in fast allen geologischen Formationen vor.

Schwerspat.

Der Schwerspat gehört dem rhombischen Kristallsystem an und zeigt große Neigung zu oblongen Tafeln. An der großen Schwere erkennt man sofort dieses Mineral; könnte man ja doch fast irgend ein Schwermetall darin steckend vermuten, so sehr fallen die Stücke ins Gewicht.

Schon der alte Henkel drückt sich in seiner Pyritologie in diesem Sinn aus, wenn er schreibt: es gebe so „schweren Spat, daß man

meinen könnte, es mit einem metallischen Körper dabei zu thun zu haben.“ Erst als Bergmann im Jahr 1781 die Baryterde darin entdeckte, wurde man klar über die Sache.

Sein Gewicht ist in der That sehr hoch (4,5), seine Härte dagegen mäßig (3 bis 4).

Er zeigt Glasglanz, ist meist weiß oder farblos, kann aber auch alle möglichen Färbungen annehmen; doch sind seine Farben (grau, gelb, smalteblau, fleischrot) meist blaß. In Wasser, Säuren und Alkalien ist der Schwerspat, soweit unsere Beobachtungsmittel zeigen, nur in sehr geringem Maße löslich. Und doch haben sich in der Natur wohl (fast) alle Schwerspate auf nassem Wege gebildet; ihr Material ist also seiner Zeit im Wasser gelöst gewesen.

Oder wie sollten anders unsere Schwerspatkristalle in die Kammern von versteinerten Schnecken und Muscheln gekommen sein (z. B. in unsere Juraammoniten, als Ausfüllungsstoff gewisser Zweischaler ꝛc.)? Die Natur ist eben ein ganz anderes chemisches Laboratorium, als jedes von einem Chemiker künstlich bereitete.

In gar vielen Bergwerken, z. B. in den jetzt freilich längst eingegangenen Blei- und Silbergruben des Schwarzwalds finden sich die Erze fast durchweg in einen Mantel von Schwerspat eingehüllt. Die Grube Clara im Rankachthal (Seitenbach der Kinzig) baute einen solchen Gang von 4 bis 7 m Mächtigkeit ab, der durch Gneis in den Buntsandsein fortsetzte. Auch heute noch ist der Buntsandstein der Freudenstadter Gegend außerordentlich reich an diesem dort meist schneeweißen Mineral. Dasselbe wird zur Versetzung von Bleiweiß, auch wohl zur Fälschung von Mehl ꝛc. (um dessen Gewicht zu erhöhen) benützt und vielfach abgebaut.

Einen gewissen Ruf hat seiner Zeit der graue „Bologneser Schwerspat“, aus dem Thone des Monte Paterno bei Bologna, erhalten durch die Entdeckung eines Schusters (1604), daß sein Pulver, mit brenzlichen Stoffen geglüht, die merkwürdige Eigenschaft besitze, im Dunkel zu leuchten, namentlich wenn die erkaltete Masse vorher wieder eine Weile dem Sonnenlicht ausgesetzt gewesen war. Man setzt zu diesem Behuf das Pulver jenes Schwerspats mit Tragantschleim gemischt einer schwachen Rotglühhitze aus. Schon Goethe wußte von der Sache und berichtet darüber (in seiner „italienischen Reise“) sehr ausführlich und anregend.

Der berühmte Daguerre füllte zerstoßenen Schwerspat in vorher entfettete Markröhren und glühte sie mehrmals in starker, anhaltender Hitze. Er bekam dann eine schwefelfarbige Masse, die das ganze Zimmer erhellte, leider aber schon nach 48 Stunden ihre Leuchtkraft nahezu wieder verlor.

Die Bologneser Schwerspate zeigen gern konzentrischfasrige Struktur; anderwärts kommt das Mineral auch in nierenförmigen Aggregaten, wie eine Art Glaskopf vor (Neu-Leiningen in der Pfalz). Auch stangenförmige Säulen, oft mit prächtigem Seidenglanz (sogen. Stangenspat), kennt man davon (Freiberg im Erzgebirg). Der fasrige Baryt zerfällt oft in förmliche Baryt- oder Schwererde, die wie Bergmilch (s. unten) aussieht, aber natürlich in (Salz-) Säure nicht braust. Auch dichter Schwerspat kommt vor, der dann ebenfalls zu Schwererde sich zu zersetzen pflegt; sogar zuckerkörnige Massen hat man gefunden (bei Aschaffenburg), die fast mit carrarischem Marmor verwechselt werden könnten, wenn sie dessen Schwere und Schneeweiße hätten.

Flußspat.

Wie der Schwerspat, so findet sich auch der Flußspat zum Teil in großen Massen; so werden im Stollberg (Unterharz) Gänge und Stöcke abgebaut, in denen dieses Mineral eine Mächtigkeit von 30 bis 32 m erreicht, was für die Mannsfelder Kupferhütten von Wichtigkeit ist, die von dort jährlich 50 000 Zentner dieses Stoffs holen, um ihn als Zuschlag bei Schmelzung ihrer Kupfererze zu benützen. Da nämlich die Flußsäure die Kieselerde leicht angreift und fortnimmt (der aus dem Flußspat bereitete Fluorwasserstoff äzt sogar Glas und wird daher zu diesem Behuf auch in der Industrie und Technik verwendet), so bildet er bei den Hüttenprozessen ein höchst wichtiges Flußmittel (um das Erz zum „Fließen" zu bringen), wie auch sein deutscher Name davon herrührt.

Der Flußspat (reguläres System, meist in Würfeln [Oktaëdern, Granatoëdern 2c.] kristallisierend; Gewicht 3,1 bis 3,2, Härte 4) ist nichts anderes als eine Zusammensetzung von Fluor und Calcium ($Ca\,Fl^2$, und zwar mit 40 Teilen Ca und 58 Teilen Fl) und gehört unstreitig zu den schönsten Mineralien, namentlich wegen seiner prachtvollen Färbung. Er ist zwar an sich farblos, kommt

aber infolge von Beimengung anderer Substanzen so ziemlich in allen Farbentönen vor (weiß, gelb, rosa, grün, blau, violett zc.) und phosphoresziert außerdem aufs lebhafteste, wenn er erhitzt wird. Das wußten schon die alten Bergleute und nannten ihn deshalb sehr bezeichnend „Erzblume" oder auch marmor metallicum („Marmor, der Erz bringt"). Ist er doch eines der häufigsten Gangmineralien, das gleich dem Schwerspat fast in jedem Erzbergwerk vorkommt.

Der Schwarzwald, der Harz, das böhmisch-sächsische Erzgebirge, dann die Alpen, sowie die alten englischen Zinnlager sind die hauptsächlichsten Fundstätten für Flußspat in Europa. Farblose von großer Klarheit liefert der Buntsandstein von Waldshut, rosenfarbige und intensivrote hauptsächlich das Hochalpengebiet vom St. Gotthardt bis Mont Blanc, gelb in allen Tönen die Grube Annaberg in Sachsen und die Grube Hausbaden bei Badenweiler (Südschwarzwald). Die grünen in allen Schattierungen stammen meist aus England (Derbyshire); aber auch die Grube Herrensegen im Schwarzwald und der Säntis (Kanton Appenzell) förderte sie zu Tage. Die amethystblauen kommen hauptsächlich aus den Zinngruben von Cumberland, gehen aber dort, namentlich in den Kobaltgängen, oft ins Schwarze über.

Kristalle herrschen überall beim Flußspat vor; doch kommt er sehr häufig auch in körnigen oder dichten Massen ja sogar erdig vor (wie der Schwerspat). Und gerade jene derben Massen sind es, welche im großen gewonnen und in der Industrie (als Flußmittel in Schmelzhütten, Eisengießereien zc.) benützt werden.

Bekannt ist daher der Flußspat in Deutschland schon lange und so alt als der Bergbau überhaupt. Schon Agricola (1520) nannte ihn „Fluß" („fluores") und rühmte seine schönen Farben („lapides sunt gemmarum similes, sed minus duri fluores; varii autem et jucundi colores eis insident"). Boëtius de Boot (1648) kennt bereits seine Phosphoreszenz („igne admotu noctulucens"), und Schwanhard in Nürnberg benützte ihn schon 1670 zum Glasätzen; aber erst Scheele wies 1771 die besondere Säure darin nach, die dieses Ätzen ermöglicht, nämlich eben die Flußsäure. Die dichten Massen nannte der alte Werner schlechtweg „Fluß",

und noch heute wird dieser Name in den Hüttenwerken zur Bezeichnung des als Zuschlag benützten Flußspats gebraucht.

Eine weit größere Rolle als der Gips und die angeführten Gangmineralien spielen in der Natur

Kapitel IV:

Der Kalk und der Dolomit

d. h. kohlensaurer und magnesiahaltiger Kalk, der zum Teil ganze Gebirge zusammensetzt. Haben wir doch in unsern sämtlichen Sediment- oder Flözgesteinen vom Silur an bis zur Gegenwart oft mächtige Gebirge in der Form von Kalkstein entwickelt. Man denke an die Kalkalpen (Zugspitze, Säntis ꝛc.), an die Dolomiten Südtirols, die ja wohl auch ursprünglich kohlensaurer Kalk waren, an Jura, an Muschelkalk- und Kreidegesteine u. s. w.

I. Der reine kohlensaure Kalk ($CaCO^3$) löst sich in (Salz-) Säure unter starkem Aufbrausen vollständig auf, indem die Kohlensäure dabei weggeht. Dies ist und bleibt immer das beste Erkennungszeichen, insbesondere bequem auch dann, wenn wir untersuchen wollen, ob in irgend einem andern, einem Sand- oder Schieferstein auch Kalk enthalten ist. Ein paar Tropfen Salzsäure darauf gegossen zeigen dies sofort: braust die Masse auf, so ist Kalk da; verhält sie sich ruhig, so fehlt derselbe.

Die Farbe des Kalks ist an und für sich rein weiß; in der Regel ist er aber durch allerlei Beimengungen (Mangan- und Eisenoxydul, Thon und Bitumen) verunreinigt und nimmt infolge davon die verschiedensten Färbungen an: Mangan macht schwarz und scheidet sich oft in Spalten und Fugen der Kalkbänke dendritisch aus, so daß die Platten wie mit schwarzem Moos oder „Bäumchen" bedeckt erscheinen*). Eisen giebt rote, gelbe und braune, Thon und Bitumen graue und schwärzliche Farbentöne, und so finden wir in der Natur gefleckte, geflammte, gestreifte, geaderte Kalksteine, die, wenn das Korn gleichmäßig und fein ist, viel unter dem Namen

*) Vgl. Fig. 3 auf Taf. X, welche diese „Mangandendriten" auf einer Kalkplatte zeigt.

„Marmor“ laufen, zumal wenn man sie geschliffen hat; stammt ja doch auch die Bezeichnung „marmoriert“ eben von diesen gefleckten Kalksorten her.

Sehr häufig ist dem kohlensauren Kalk auch Bittererde beigemengt, wodurch er nach und nach in Dolomit übergeht; ebenso vereinigt sich Kieselsäure in Form von Quarz mit ihm.

Der Kalk selbst zeigt sich uns in der Natur in allen drei Formen: kristallisiert, kristallinisch und derb oder vielmehr nach dem, was wir oben (S. 11 ff.) über diese Modifikation eines Minerals gesagt haben, in den beiden Vorkommnissen als Kristall (Calcit) und in derben Massen. Die letzteren treten uns dann bald als kristallinischer Kalk, bald als dichter Kalkstein vors Auge, der aber selbst wieder (unter dem Mikroskop beobachtet) als sub- oder krypto- d. h. verborgen-kristallin erscheint.

Der Kalk als solcher nimmt eine Menge von Abänderungen an, von denen wir wenigstens die wichtigsten hier aufzählen wollen, die uns so häufig in der Natur zu Gesicht kommen. Bezüglich der

a) Kristallbilduug muß übrigens daran erinnert werden, daß der kohlensaure Kalk, wie manche Mineralien dimorph („doppelgestaltig“) ist, d. h. daß er entweder in rhomboëdrischen oder in rhombischen Formen kristallisiert. Jenes ist der Fall beim Calcit (dem eigentlichen „Kalkspat“), dieses beim sogen. Aragonit. Letzterer hat seinen Namen daher, daß die ersten untersuchten Stücke von Aragonien (Spanien) stammten. Möglicherweise hängt die eine oder andere Bildung davon ab, ob sich der Kalk aus heißen oder aus Wassern von gewöhnlicher Temperatur niederschlägt. In ersterem Fall bekommen wir Aragonit (z. B. in den Ablagerungen des Karlsbader Sprudels), in letzterem gewöhnlichen Kalkspat; dieser ist auch etwas weicher als jener, dem Stoff nach sind sie einander aber völlig gleich (beide bestehen aus reinem kohlensauren Kalk), und auch das Aussehen hat viele Ähnlichkeit mit einander.

Selbstverständlich trifft man in der Natur da, wo Kalkspatkristalle Gelegenheit hatten sich auszubilden (also in Hohlräumen, Spalten, Gängen, Klüften von Kalkgebirgen, in Kammern von Schnecken und Muscheln 2c.) nicht immer die Form von Rhomboëdern; die Kristallmassen sehen oft ganz anders aus, bilden stachlichte Überzüge, strahlige Säulen, traubige Stöcke u. dgl., sind auch nicht immer

schneeweiß und glasartig, sondern oft honiggelb und sogar schwarz. Wenn man aber die verschiedenen Kristalle (Skalenoëder rc.) in kleine Stücke zerschlägt, so zeigt sich doch schließlich als Grundform immer wieder das Rhomboëder.

Der Kalkspat zeigt nämlich ausgeprägte Spaltbarkeit nach seiner Grundrhomboëderfläche. Neben diesem Grundrhomboëder kommen häufig auch abgeleitete Rhomboëder (spitzere und stumpfere, öfters in Kombination mit Prismen) und sehr häufig Skalenoëder vor.

Die vorhin genannten traubigen, strahligen oder stachlichten Massen sind natürlich keine Einzelkristalle mehr, sondern eine Aggregation von solchen.

Der Kalkspat ist endlich, worauf wir noch besonders aufmerksam machen, doppelbrechend, d. h. alles, was man durch denselben hindurch sieht (eine Linie oder ein Buchstabe), erscheint doppelt. Freilich kann man diese Beobachtung nur an den allerklarsten Kalkspatsorten machen, die ziemlich selten vorkommen. Am berühmtesten in dieser Hinsicht ist der „Doppelspat von Island", der deshalb auch vielfach Verwendung für optische Zwecke findet. Leider scheinen die betreffenden Lagerstätten auf der Insel jetzt ausgebeutet zu sein. Große klare Stücke von dort sind recht selten und daher überaus wertvoll geworden. Im übrigen vergesse man nicht, daß sämtliche Kalkspäte, also auch die bei uns sich findenden, oft nur durchscheinenden Stücke das Licht doppelt brechen, ja, daß diese Erscheinung eigentlich allen nicht regulärkristallisierenden Mineralien zukommt.

„Spätig", d. h. kristallisiert erscheint weiter der kohlensaure Kalk auch in den Schalen gewisser Tiere (Seelilien, Seesterne, Seeigel und deren Stacheln), um so mehr aber dann natürlich in deren versteinertem Zustand. Auch in den Schalen rezenter Schnecken und Muscheln ist der kohlensaure Kalk, aus dem sie bestehen, nach besonderen Gesetzen, meist in strahliger Form, abgelagert; dasselbe Gefüge zeigen die Belemniten, die außerdem häufig (zumal im schwarzen Jura) noch Bitumen enthalten und deshalb beim Zerschlagen eigentümlich riechen („stinken").

Etwas anders stellen sich

b) die derben Gebilde des kohlensauren Kalks dar, von denen wir zuerst die kristallinischen Massen, und insbesondere den sogen. „zuckerkörnigen Kalk" ins Auge fassen wollen.

Dieser, namentlich in seiner reinsten und feinsten Ausbildung, wie er z. B. in Carrara vorkommt, führt von Rechtswegen eigentlich allein den Namen „Marmor“ („carrarischer Marmor“).

Der zuckerkörnige Kalk besteht aus lauter wirr durch einander gewachsenen Kalkspatindividuen, bildet meist ungeschichtete Massen und gehört größtenteils den ältesten Formationen (den kristallinischen Schiefern, also der archäischen Zeit) an. Die vielgenannten und seit alter Zeit für die Kunst so hochgeschätzten Marmore von Südeuropa allerdings (die Inseln Paros und Naxos für Griechenland, die Brüche von Carrara bei Pisa für Italien) stammen aus jüngerer, nämlich mesozoischer Zeit (Trias oder Jura). Bekannt ist die technische Benützung dieses herrlichen Gesteins, dessen reinste Sorten zu Skulpturen („Statuenmarmor“) verarbeitet werden, die dann beim Schliff jenen wunderbaren Glanz bekommen, den man kaum recht beschreiben kann.

Die minderwertigen Sorten, die auch nicht mehr schneeweiß, sondern bläulich, gelblich, oft grau gefärbt sind und natürlich die größere Masse bilden, dienen als Werksteine, und ihnen vornehmlich verdankt Ober- und Mittelitalien seine kirchlichen und profanen Prachtbauten. So sind die Dome von Pisa, Siena, Orvieto &c. von carrarischem Material, derjenige von Mailand aber aus dem ähnlich prächtigen Marmor von Ornavasso (im Tocethal, oberhalb des Lago maggiore) aufgeführt.

Auch der ganz ähnliche Marmor von Laas im Vintschgau hat neuerdings große Bedeutung erlangt; ebenso kommt dasselbe schöne Zuckerkorn bei Predazzo (Südtirol) vor, und zwar dort als Umwandlungsprodukt aus gewöhnlichem Kalk infolge von Erhitzung durch emporgedrungene feuerflüssige Massen (den sogen. Monzonit d. h. Augitsyenit vom Monzoni), wie wir früher schon erwähnt haben (S. 93). Ohne Zweifel wurde dies hier zugleich durch überhitztes Wasser bewirkt, das in den ursprünglich thonigen Kalkstein eingepreßt ward.

Ganz ähnliche Wirkungen kann freilich auch der Druck ausüben, wie wir dies ebenfalls oben (S. 42 ff.) bei Besprechung der sogen. Dynamometamorphose ausgeführt haben. Lepsius hat das im Laboratorium auch experimentell nachgewiesen und macht für die Vorgänge in der Natur neben der Einwirkung durch Druck und

überhitztes Wasser insbesondere noch auf die hohe Temperatur und die lange Zeitdauer aufmerksam, die hier mit ins Spiel kommen.

Denken wir in dieser Beziehung z. B. an die Kalkstöcke im Jungfrau- und Finsteraarhorngebiet, die gerade an den am meisten gekneteten Stellen den gewöhnlichen Kalkstein in zuckerkörnige Gebilde umgewandelt zeigen, oder an die am Nufenenpaß im sogen. „Gneis“ sich findenden gestreckten und zerrissenen Belemniten. Daß es sich hier um keinen ursprünglichen Gneis handeln kann, liegt in der Natur der Sache; denn eigentlicher Gneis enthält ja niemals Versteinerungen. In Wahrheit wurden hier vielmehr Belemniten führende Sedimentgesteine durch den Gebirgsdruck in gneisartige Gebilde umgesetzt.

Ob auch der „carrarische“ und überhaupt aller zuckerkörnige Marmor auf diese Weise, d. h. durch „Anwärmung vom Erdinnern aus“, oder auch, was gegenwärtig für das Gestein von Carrara fast durchweg angenommen wird, infolge von Gebirgsdruck entstanden ist, bleibt eine offene Frage. Auch ist nicht leicht zu erklären, wie gerade der Marmor in die kristallinen Schiefer (als sogen. „Urkalk“) hineingekommen sein soll, wo er ja bekanntlich manche berühmte Lagerstätte hat (bei Wunsiedel im Fichtelgebirg, bei Germsdorf im Riesengebirg, an vielen Plätzen in den Vereinigten Staaten Nordamerikas, und fast an all diesen Punkten im Gneis als „Lager“ oder in „Stöcken“ und „Linsen“ eingebettet); vgl. übrigens, was wir schon oben S. 34 über diese Frage gesagt haben.

Überall aber, wo zuckerkörniger Marmor auftritt, ist er von bedeutender Mächtigkeit, also ein geradezu gebirgsbildendes Gestein. So bestehen die Berge um Carrara in hunderten von Metern aus demselben und erstrecken sich stundenweit fort; vom Thal aus gesehen aber glänzen die Marmorbrüche wie mächtige Schneefelder herab.

Wieder zum Calcit d. h. kristallisiertem Kalk führt uns der Kalksinter und Tropfstein, der ja nichts anderes ist als ein aus kalkhaltigem Wasser direkt abgesetztes Aggregat von Kalkspäten, und der uns so häufig in Spalten und Gängen als Überkrustung oder Ausfüllung, und dann insbesondere in unsern Höhlen in den bekannten, reizenden und überaus mannigfaltigen Gebilden entgegen-

tritt (vgl. unsere Fig. 28, S. 152). Auch die knollenartigen oder trauben- und nierenförmigen Stücke, die wir oft in Klüften und zwischen Fugen unserer Kalkbänke treffen, bestehen aus solchen Calcitaggregaten. Da aber diese Massen manchmal doch auch ein recht derbes Aussehen zeigen, wobei man von Kristallbildung so gut wie nichts mehr bemerkt, haben wir diese Gebilde hier aufgeführt.

Zu den Sinterbildungen, welche zum Teil aber auch aus Aragonit bestehen, dürfen wir auch den bekannten Karlsbader „Sprudelstein" rechnen, der seine Entstehung den dortigen heißen Quellen verdankt, die ihren Kalk auf welliger Unterlage abzusetzen pflegen, wobei verschiedengradige Beimengung von Eisenoxyd verschiedene Farbenbänder hervorruft. Ganz ähnliche Verhältnisse müssen schon in früheren Erdperioden vorhanden gewesen sein; so beherbergt z. B. Schwaben aus der Tertiärzeit eine fast aufs Haar hin gleiche Bildung in dem sogen. „Böttinger Marmor" (Böttingen bei Münsingen, dessen Straßenpflaster daraus besteht), der früher viel zur Dekoration für württembergische Schlösser verschliffen ward.

Die Tropfsteingebilde unserer Höhlen aber kennt wohl jedermann zur Genüge mit den bizarren Gebilden ihrer Stalaktiten und Stalagmiten, die wie Eiszapfen von der Decke herabhängen oder wie durchsichtige Schleier an den Wänden kleben. Ihre Entstehung ohnedem haben wir im „grundlegenden Teil" schon erklärt (vgl. S. 82 ff.). Wir haben daher nur noch

c) die dichten Bildungen des kohlensauren Kalks zu besprechen, die freilich weitaus am häufigsten in der Natur vorkommen und oft mächtige Gesteinsmassen, ja ganze Gebirge zusammensetzen. Hier ist in erster Linie zu nennen

α) der gewöhnliche oder gemeine Kalkstein, der freilich unter dem Mikroskop auch noch kristallinisches Gefüge zeigt; nur ist dasselbe so fein, daß die Masse dem bloßen Auge als dicht erscheint. Er ist meistens einfarbig, weiß, grau, gelblich, rötlich, manchmal auch gefleckt und geflammt, zeigt einen muschligen Bruch und ist häufig durch Beimengungen, namentlich von Thon und Kieselsäure verunreinigt. Fremde Bestandteile sind selten eingebettet (hie und da Schwefelkies, Zinkblende, Bleiglanz ꝛc.), um so häufiger aber Versteinerungen. Auch zeigt er unter normalen Verhältnissen

eine ausgezeichnete Schärfe und Deutlichkeit der Schichtung, wie er denn auch weitaus die größte Rolle in allen geschichteten Gesteins- d. h. in den Sedimentformationen

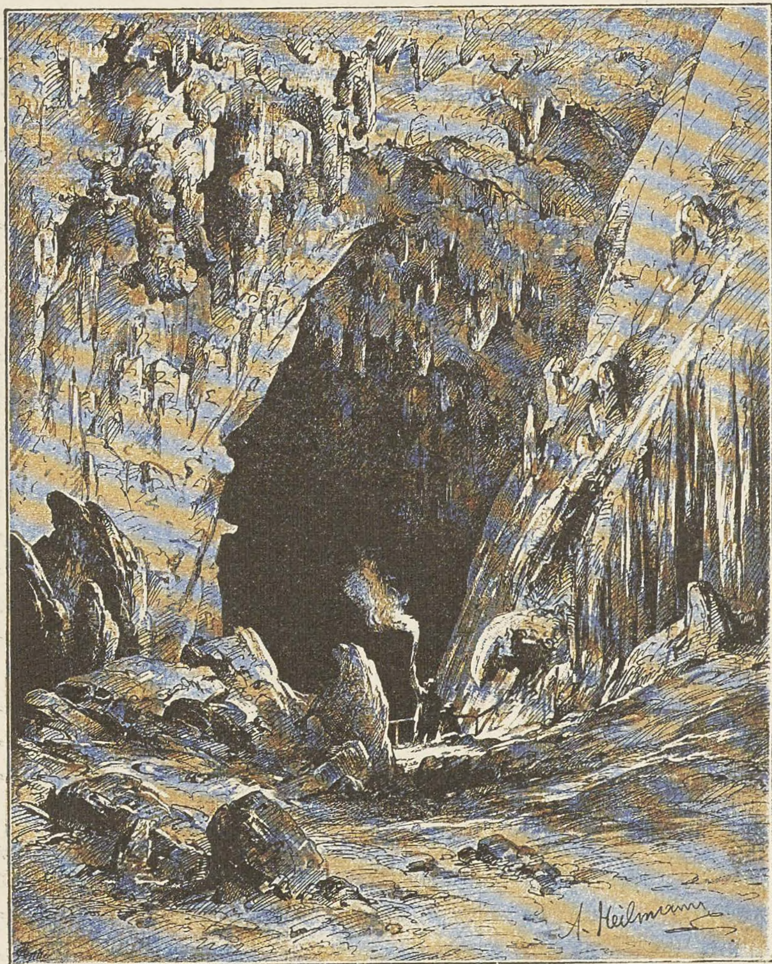


Fig. 28. Brunnengrotte im Karst

spielt. Bei seinem massenhaften Vorkommen erzeugt der gewöhnliche Kalkstein natürlich auch eine Menge Abänderungen, davon wir als die wichtigsten etwa folgende nennen: Als

Marmor, freilich im uneigentlichen Sinn des Worts, bezeichnet man allgemein die möglichst reinen Sorten des dichten Kalksteins, deren feines und gleichmäßiges Korn jeweils einen guten Schliff annimmt, namentlich dann, wenn sie durch irgend welche Beimengnngen gefleckt, geflammt, geadert, d. h. eben „marmoriert" erscheinen. Die Techniker und Künstler werfen bekanntlich unter dem Namen „Marmor" alles zusammen, was von Kalksteinen politurfähig ist, gleichgültig, ob sie es mit dichten, kristallinischen oder breccienartigen Sorten zu thun haben. Bei den Baumeistern in Italien läuft sogar manchmal auch Serpentin oder Porphyr als „Marmor". Wissenschaftlich, und zwar petrographisch gesprochen ist Marmor stets die kristallinisch-körnige Abart des Kalksteins, deren Typus das Gebilde von Carrara bleibt. Derselbe besteht aus lauter Zwillingskristallen von Kalkspat, die aber nach allen Richtungen durch einander gewachsen sind, so daß man, vollends mit bloßem Auge, die Kristallform nicht mehr erkennen kann.

In den „Marmor"sorten von dichtem Kalkstein rühren die Flammen, Adern u. dgl. sehr häufig von Versteinerungen her, die in den Kalk eingelagert sind und deren Formen (Zweige und Äste von Korallenstöcken, wie bei dem devonischen Marmor aus Belgien oder dem tertiären bayrischen aus Neubeuren a. Inn, der z. B. die schönen Säulen in der Basilika in München geliefert hat; ebenso bei den roten Sorten von Alpenkalk, deren herrliche Tafeln die Wände der Walhalla bei Regensburg bekleiden; Schalen von Muscheln und Schnecken, wie bei dem Gryphitenmarmor aus dem unteren Lias Schwabens, oder dem Schnecken- und Ammonitenmarmor der Alpen u. s. w.) dann wunderbar bei der Politur, meist als weiße Linien auf dunkelm Hintergrund sich abheben.

Dann wieder sind es häufig Kalkkonglomerate, deren verschiedenfarbige, meist gerollte Brocken ebenfalls poliert ein gar hübsches Bild geben (ähnlich den aus gerollten Kieselbrocken zusammengebackenen „Puddingsteinen" Englands; vergl. unser Bild auf Taf. X Fig. 2).

Ein andermal ist es ein seltsames Gebrochensein der Schichten, deren geschliffener Querschnitt dann bei einiger Phantasie an Mauern

und Türme einer Stadt erinnern kann (der sogen. „Ruinenmarmor“, der früher unter den „Naturspielen“ eine hohe Bedeutung eingenommen hat).

Aber auch die ganz gewöhnlichen, einfarbigen, oft mit ziemlich viel Thon gemengten Kalkplatten nehmen poliert den schönsten Marmorcharakter an, wenn nur das Korn recht gleichmäßig ist. Wir erinnern in dieser Beziehung nur an die geschliffenen Lithographiersteine von Solenhofen, sowie an die polierten Tischplatten aus den Boller Schiefern. Wenn erstere noch ihre schönen Mangandendriten (s. Taf. X, Fig. 3) haben und letztere etwa die Krone einer Seelilie angeschliffen zeigen, so erhöht das die Schönheit solchen „Marmors“ noch um ein beträchtliches. Auch der sogen. „Böttinger Bandmarmor“, von dem wir schon geredet (S. 152), oder der Karlsbader Sprudelstein kann als Marmor hier aufgeführt werden.

Neben den oben genannten „Marmor“sorten, die man natürlich noch um dutzende vermehren könnte, unterscheidet man beim dichten Kalkstein nach andern Kategorien noch eine ganze Anzahl von Abarten. So redet man z. B. von

thonigem Kalkstein, von kieseligem Kalkstein, von bituminösem Kalkstein oder Stinkkalk, weil beim Zerschlagen oder Zerreiben des letzteren sich ein eigentümlicher Geruch entwickelt (z. B. „Stinksteine“ des schwäbischen Lias ε). Auch der sogen. Brandschiefer mag hier genannt werden, dessen Masse so sehr mit bituminösen Stoffen getränkt ist, daß die Stücke mit rußiger Flamme brennen (Posidonienschiefer des Lias ε in Württemberg ꝛc.). Im übrigen erklären sich die angeführten Namen von selbst.

Nach ihrer Stellung in der Formationsreihe pflegt man dann weiter etwa zu reden von

Kohlenkalk, Zechsteinkalk, Jurakalk u. s. w., wobei wieder schon im Namen ausgesprochen liegt, was jeweils damit gemeint ist. Den früher vielgebrauchten Namen „Alpenkalk“ hat indes die neuere Wissenschaft mit Recht wieder aufgegeben. Denn während man ehedem die gesamte Gesteinsmasse unserer Kalkalpen kurzweg mit jenem Namen bezeichnete, hat man bei näherer Untersuchung dieser Kalke und ihrer versteinerten Einschlüsse gefunden, daß die Kalke in den Alpen gar verschiedenen Formationen an=

gehören, wie denn z. B. die bayrischen Alpen hauptsächlich Kalksteine aus der Trias führen, während der Kalk des Säntis und der Axenstraße (am Vierwaldstättersee) meist der Kreide angehört u. s. f. Endlich wird als Einteilungsprinzip für verschiedene gebirgsbildende Kalksteine die Lokalität benützt, an welcher sie in besonders hervorragender Weise vorkommen.

In dieser Hinsicht redet man z. B. von

Eifeler Kalk (aus der Devonformation der Eifel), von Hallstädter Kalk (am Hallstädter See), von Untersberger Marmor und rotem Adneter Kalk (Untersberg und Adnet im Salzkammergut u. dgl.). Ebenso wird oft von Solenhofer und Boller Schiefern gesprochen, und jedermann weiß dann, was für Gesteine damit gemeint sind.

Daß der gewöhnliche, zumal der dichte und thonige Kalkstein ganz besonders günstige Bedingungen bietet für alle Arten von Erosion, liegt in der Natur der Sache. Regen und Schnee, stehendes und fließendes Wasser nagt und laugt in dieses Gestein Furchen und Rinnen, Löcher und Kerben ein, die oft das wunderlichste Aussehen und alle nur erdenklichen Gestalten zeigen. Wir erinnern in dieser Beziehung insbesondere an die in den Kalkalpen so häufig vorkommenden „Karrenfelder" oder „Schratten"kalke (franz. Lapies), die jedem Wanderer auffallen müssen und wegen ihrer bösen Zugänglichkeit berüchtigt sind. Sie dehnen sich zum Teil über meilenweite Gebiete aus, zeigen eine völlig zersägte, zerrissene und zerschlitzte Oberfläche und finden sich außer in der Schweiz ganz besonders typisch in den Ostalpen (Tännengebirge, Totes Gebirge, Dachsteingruppe, Steinernes Meer ꝛc.). Wer sich für diese Gebilde und ihre Entstehung näher interessiert, dem empfehlen wir die Lektüre des trefflichen Aufsatzes von Dr. Max Eckert über das „Karrenfeld" Gottesackerplateau im hohen Ifen (Zeitschrift des deutschen und östreichischen Alpenvereins; Jahrg. 1900, S. 52 ff.).

Der Kalkstein tritt aber außer in der gewöhnlichen Form von dichtem, thonigem auch noch in allerlei anderem Gefüge auf und da nennen wir, auch hier wieder nur das Wichtigste aufzählend, etwa noch

β) den oolitischen Kalkstein, von dessen Wesen und Entstehung wir früher schon geredet haben. Er besteht aus hirsekorn-

bis erbsengroßen Kalkkügelchen von konzentrisch-schaliger oder radial-fasriger Struktur, die entweder in einem kalkigen Thon eingebettet liegen (vgl. uns. Bild Taf. IX, Fig. 2) oder aber fast ohne Bindemittel hart an einanderstoßen. Die letzteren, namentlich wenn sie Erbsengröße wie im Karlsbader Sprudel erreichen, heißt man dann auch wirklich Erbsenstein oder (lat.) Pisolit. Sie enthalten meist einen fremden Körper, ein Sandkorn oder ein Muschelschälchen im Innern, zum deutlichen Zeichen, wie sie entstanden sind; nur von Pflanzengebilden ist natürlich nichts mehr erhalten geblieben, falls etwa diese (Algen) den Anstoß zu solchen Formen gegeben haben. Oolite dagegen mit radial-fasrigem Gefüge, die durch thoniges, mergliges oder erdiges Bindemittel verkittet sind, faßt man unter dem Namen „Rogensteine" zusammen. Solche gewöhnliche „Oolite" bilden oft mächtige Berge, so namentlich im Braunjura (der daher auch kurzweg „Oolit" heißt), z. B. auf der Westseite des Schwarzwalds, in der Schweiz, in Frankreich und England. Allerdings ist hier vielfach auch Eisen mit eingemengt, so besonders im schwäbischen Jura; dann heißt man dieses thonige Eisenerz gewöhnlich Eisenoolit (Wasseralfingen, Aalen, oberes Donauthal 2c.; Taf. IX, Fig. 2).

Wieder ein anderes Gesicht zeigt

γ) der poröse Kalkstein, auch Kalktuff, Kalksinter, Travertin genannt, über dessen Namen und Bildung (hauptsächlich unter Mitwirkung von Organismen, z. B. Moos und andere Pflanzen), ebenfalls schon im grundlegenden Teil gehandelt wurde (S. 84 ff.). Er gehört der allerjüngsten Erdperiode, dem Alluvium an; denn er setzt sich noch jetzt fortwährend vor unsern Augen aus kalkhaltigem Wasser ab, das über Felsen, Moos, Wurzeln u. dgl. herabrieselt. Seine Bedeutung für die Technik ist groß; denn überall wird er als Baustein benützt, der die angenehme Eigenschaft hat, daß er, im Boden weich, an der Luft mehr und mehr erhärtet. So kann man die frischgebrochenen Tuffsteinquader z. B. leicht sägen; später aber werden sie ungemein hart und bleiben jahraus jahrein trocken. Schon die alten Römer holten diesen Stein von Tivoli (Tibur, daher lapis Tiburtinus oder „Travertin") zu ihren Riesenbauten in der Hauptstadt, und das Mittelalter machte dies nach. Dieselben Bildungen finden sich aber natürlicherweise überall, wo

Kalkgebirge dem Wasser Gelegenheit zu solchen Sinterprodukten bieten, z. B. in fast allen Thälern oder Höhlen der Alb ꝛc. (vgl. unsere Höhlenbilder aus dem Karst Fig. 28 u. 29, S. 152 u. 157).

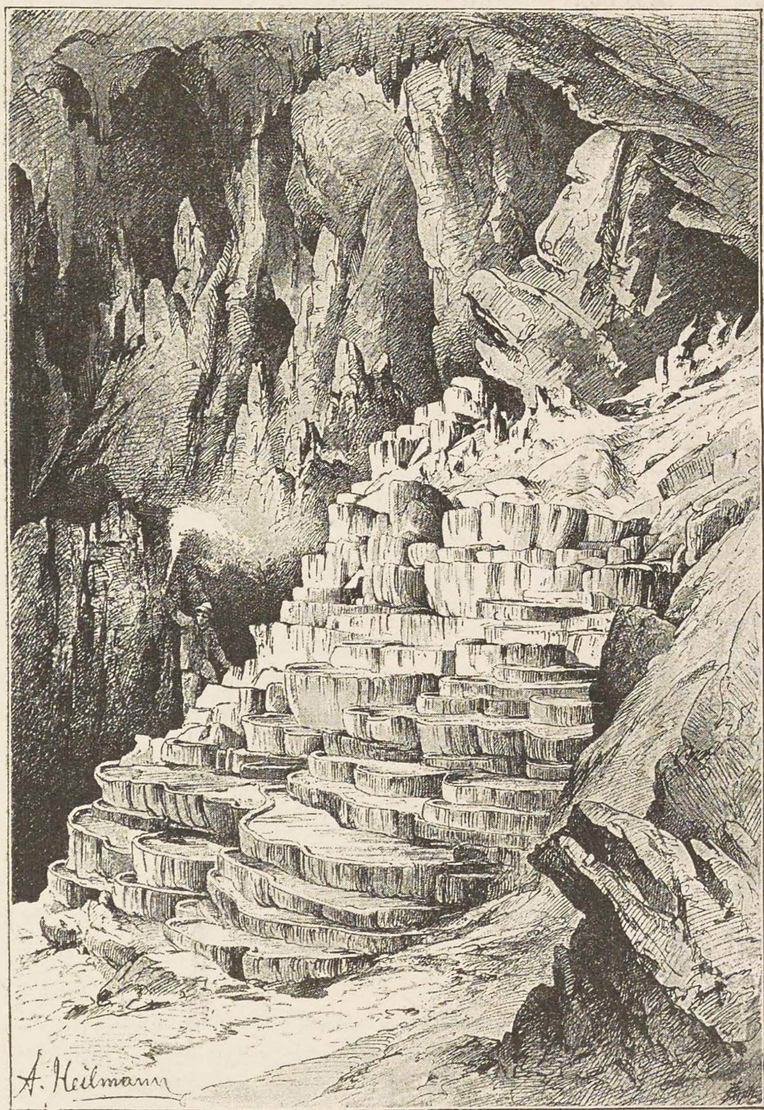


Fig. 29. Kalksinterbildungen in Terrassen aus einer Karsthöhle.

Sein poröses, schwammiges Wesen verdankt dieses Gestein seiner Bildungsweise. Die vielen darin eingeschlossenen, heute noch lebenden Schnecken, Muscheln, Tierknochen, sowie insbesondere die Stengel und Blätter von Pflanzen zeigen, daß wir es eigentlich nur mit Inkrustation (Überrindung mit Kalk) von solchen fremden Körpern zu thun haben. Daß aber derartige Vorgänge bis ins Diluvium, hin und wieder sogar bis ins Tertiär zurückreichen, zeigen z. B. die Sauerwasserkalkablagerungen bei Cannstatt (mit Mammutresten) oder der Kalksteinbruch bei Engelswies (in der Nähe von Sigmaringen), in welchem die dort vorkommenden tertiären (obermiocänen) Schnecken meist übersintert sind. Daß vielfach in kleineren oder größeren Höhlen dieser Masse sich herrliche Gebilde von „Tropfstein" erzeugen, ja daß der „Tuff"stein in solchen „Tropf"stein übergeht, liegt in der Natur der Sache. Endlich nennen wir den

δ) erdigen Kalkstein oder die Kreide, eine weiche, milde, erdige Masse, in vollständig reinem Zustand schneeweiß, öfters aber durch Thon und Eisen grau, gelblich oder bräunlich geworden. Die echte Kreide besteht aus fast reinem kohlensauren Kalk und zwar genauer und unter dem Mikroskop angesehen aus lauter zertrümmerten Schalen und Schälchen von Muscheln und Schnecken, von Bryozöen und Foraminiferen, die durch Zersetzung und Verwitterung erdig und eben damit „schreibend" geworden sind. Sie ist wohl dieselbe Ablagerung aus früheren Erdperioden, die wir in unsern heutigen Meeren als sogen. Radiolarienschlick treffen; letzterer enthält neben Radiolarien auch Reste von Foraminiferen. Die eigentliche „Schreibkreide", die der ganzen Kreideformation den Namen gegeben hat, aber nur deren alleroberste Schichten bildet, tritt an der Südküste Englands bei Dover (und auf normannischer Seite bei Calais), besonders großartig aber auf der Insel Rügen (Stubbenkammer) auf, wo sie mächtige, mehrere hundert Meter hohe Felsen erzeugt.

Vielfach ist dieser „oberen Kreide" Feuerstein beigemengt, der sich in Schnüren, Knollen und ganzen Bänken absondert. Auch grünliche Körner (sogen. Glaukonit) durchsetzen stellenweise meilenweit und in vielen Metern Mächtigkeit die Schichten der oberen und mittleren („glaukonitischen") Kreide.

Im übrigen kann der kohlensaure Kalk infolge von Verwitterung überall, wo er rein auftritt, zu „Kreide“ werden, d. h. ein erdiges Aussehen annehmen, wie denn in der Gegend von Ulm (Thalfingen, Mundingen) Jahrzehnte hindurch aus den dortigen Tertiär- (Miocän-) Kalken „Kreide“ geschlemmt wurde. „Kreidig“ sind sodann auch gewisse andere Tertiärkalke, so z. B. diejenigen von Steinheim bei Heidenheim, von Öningen bei Stein a. Rh., von Aix les Bains in Südfrankreich, vom Monte Bolca bei Verona u. s. w. Ebenso gehört hieher die sogen.

Montmilch, die nesterweise oft in großer Menge in den Kalkhöhlen vorkommt. Sie besteht aus kohlensaurem Kalk, dem aber stets Wasser beigemengt ist, und hat erdiges Gefüge, das unter der Hand zerbröckelt. Der offenbar richtige Name „Bergmilch“, den schon Plinius kannte (lac montis), wurde im Mittelalter mißverstanden und aus der „Mont“- eine „Mond“milch gemacht, wie denn ja auch sonst dem Mond allerlei abergläubischer Einfluß auf irdische Vorgänge zugeschrieben wurde. Kein Wunder, wenn unter solchen Umständen der kohlensaure Kalk auch in dieser Form als Heilmittel angewendet und in den Apotheken (unter dem Namen „lac lunae“) feilgeboten ward, so gut wie die Sepienschulpe, Seeigelstacheln, Belemniten u. dgl., die alle schließlich eben auch nichts anderes sind, als „kohlensaurer Kalk“.

Wirklich etwas anderes aber ist

II. der Dolomit ($MgCO^3 + CaCO^3$), obwohl derselbe eigentlich erst Ende des vorigen Jahrhunderts von jenem französischen Gelehrten Dolomieu, nach welchem er benannt ist, als etwas besonderes nachgewiesen ward.

Früher hielt man dieses Gestein eben auch für eine der vielen Abarten des gewöhnlichen Kalks; erst Dolomieu stellte fest, daß in allem Dolomit neben dem kohlensauren Kalk auch noch ein bestimmter Prozentsatz von kohlensaurer Bittererde (Magnesia) enthalten sei; und zwar soll der normale Dolomit 54 Teile Kalk und 46 Teile Magnesia enthalten.

In der Natur wird freilich selten gerade diese genaue Mischung beider Mineralien vorkommen; denn thatsächlich ist fast jedem Kalkgestein auch etwas Bittererde beigemengt, und dann wieder kann letztere so sehr vorschlagen, daß sie weit mehr als die

Hälfte (über 50 %) bildet. Im übrigen redet man wohl auch dann noch von Dolomit, wenn das betreffende Gestein auch nur 30, ja wohl nur 20 % kohlensaure Bittererde führt.

Der Dolomit unterscheidet sich nicht eben schwer vom Kalkstein, wenn man von beiden normale Stücke hat. Er ist etwas schwerer und etwas härter als jener, fühlt sich stets sandig an, zerfällt oft auch zu förmlichem Sand und wird als solcher technisch verwendet. Dieses sandige Gefüge rührt wohl davon her, daß der Dolomit fast immer in kristallinischer Form vorkommt, und hat umgekehrt wieder die Wirkung, daß Dolomitgesteine ganz besonders stark der Verwitterung ausgesetzt sind, daher die bizarren Felsen, Zinnen, Zacken und Nadeln in den Dolomitgebirgen, sei's der Alpen, sei's des Jura oder Muschelkalks (vgl. S. 42 ff. und unsere Abbildung S. 43); daher insbesondere auch die vielen Höhlen, die gerade in Dolomitgebieten noch häufiger vorkommen, als in reinen Kalksteinlandschaften (die berühmten Höhlen bei Bayreuth und Muggendorf liegen alle im Dolomit).

Auch das ist ein gutes Kenn- und Unterscheidungszeichen, daß der Dolomit in (Salz-) Säure sehr wenig, der Kalkstein dagegen sehr stark braust; ersterer löst sich darin sehr langsam, letzterer sehr rasch. Reiner Dolomit braust in Säure überhaupt nicht, kristallisiert aber nach demselben (rhomboedrischen) System wie der Kalkspat. Dolomitstein fühlt sich endlich stets sandig an.

Öfters ist der Dolomit von unregelmäßigen eckigen Zellen und Höhlungen vollständig durchzogen. In diesem Fall heißt man das Gestein „Rauchwacke“ (wohl = „rauhe Wacke“). Dieselbe spielt hauptsächlich in der Zechsteinformation eine Rolle und findet sich z. B. ganz vorzüglich ausgebildet in den mächtigen Felspartien des Altenstein und Hohlenstein in Thüringen.

Die Wandungen solcher kleiner Höhlen sind dann meist mit Dolomitspatkriställchen austapeziert, wie solche Kristalldrusen übrigens selbstverständlich in allen Dolomitgebirgen vorkommen können und vorkommen.

Auch der Dolomit selbst ist an keine Formation gebunden; er kann in allen Kalkgesteinen auftreten und tritt auch darin auf, von der Devon- bis herab zur Tertiärzeit. Über seine Entstehung war im ersten Teil schon die Rede (S. 85 ff.), und es wurde dort ausgeführt,

daß der Dolomit zwar zweifellos dadurch sein Dasein erhalten hat, daß zum kohlensauren Kalk (infolge der Einwirkung von Korallen, Bryozöen u. dgl.?) noch kohlensaure Magnesia hinzutrat, daß aber die Frage, wie es dabei zugegangen, noch eine viel umstrittene sei (s. S. 86 ff.).

Der Dolomit tritt vielfach in großartiger Weise gebirgsbildend auf, wenn wir nur an die gewaltigen Dolomitstöcke in den Alpen (Südtirol, Karwendel, italienische Alpen) erinnern. Aber auch der Jura, namentlich, wie vorhin angeführt wurde, derjenige im fränkischen Bayern, hat gar viele Dolomitgebiete, wie denn solche vereinzelt so ziemlich in allen Kalkgebirgen auftreten (Muschelkalkdolomit, Rauchwacke in der Dyas ꝛc.). Für schwäbische Leser insonderheit erinnern wir an ein paar hübsche Dolomitvorkommnisse im Albgebiet. In erster Linie sei hier das Wendthal (bei Heidenheim) genannt mit seinen bizarren Felsgebilden, dann die Gegend von Blaubeuren, wo wenigstens einzelne Felsen dolomitisch sind.

Auch die romantischen Felsgruppen des vielbegangenen Donzel- oder Felsenthals (Geislingen-Eybach) bestehen aus Dolomit, und ebenso kommt dieses Gestein, manchmal als reiner, glitzernder Sand, nesterweise fast überall auf der Hochfläche der Schwabenalb (im oberen Weißjura) vor. Die Bauern graben sogar öfters darnach, um den Sand zum Bauen zu holen. Auch dürfte der zuckerkörnige Kalk (sog. „Zuckerkorn“ oder „Lochfelsen“), der so vielfach die Felsen des Weißjura ε bildet, bereits den Übergang zum Dolomit darstellen.

Weiter gehört in diese Reihe der „einfachen Gesteine“:

III. der Mergel, der gar nichts anderes ist als ein mit Thon gemengter Kalkstein oder Dolomit, und zwar so, daß jeweils 20—60 % Thon der Masse sich beimengt, wozu dann noch Glimmerschüppchen und (Quarz-) Sand-, oft auch grüne Glaukonitkörner sich gesellen. Kalkstein, Dolomit und Mergel spielen in sämtlichen Flözgesteinen eine ganz hervorragende Rolle.

Da der Prozentsatz des Thons, wie wir eben hörten, beim „Mergel“ sehr schwankt, so ist es begreiflich, daß der Unterschied zwischen Mergel- und eigentlichen Thongesteinen oft ein sehr fließender ist. Herrscht der Thon (d. h. die kieselsaure Thonerde, die

meist als Schlamm in früheren Meeren sich absetzte) bedeutend vor, so daß die Masse plastisch wird und sich fettig anfühlt (Töpferthon), so redet man allerdings nicht mehr von Mergel, sondern heißt das Gemenge eben Thongestein (z. B. der Amaltheen- oder Ornatenthon im schwäbischen Jura, dort aus Lias δ, hier aus Braunjura ζ).

Tritt dagegen der eigentliche Thon mehr zurück und und an seine Stelle Sand, Kalk oder Dolomit, so wird das Gestein „mager"; in diesem Fall reden wir von Mergeln (z. B. Numismalismergel des Lias γ im schwäbischen Jura). Dieser Mergel zerfällt an der Luft in kleine, eckige Schieferschuppen, die an den Halden abbröckeln und herabrollen. Und hier eben bekommen wir dann meist gewisse Mitteldinge zwischen Mergel und Thon, die man entweder mit diesem oder mit jenem Namen bezeichnen kann.

So redet z. B. Quenstedt zwar von Turneri- und Opalinus-„Thon" (Lias β und Braunjura α); es würde aber ebenso richtig sein, diese beiden Gesteinsschichten „Mergel" zu heißen.

Die Mergel sind in der Regel durch Eisenoxydul und Eisenoxydhydrat grünlich, gelblich oder braunrot gefärbt. Vielfach ist auch Bitumen (ölhaltiger Stoff, von Pflanzen oder Tieren herrührend) beigemengt, was dann der Masse eine dunkle, oft schwarze Färbung giebt und beim Zerschlagen einen eigentümlichen („bituminösen") Geruch hervorruft. Zu solchen bituminösen Mergeln gehört z. B. der oben schon (s. S. 154) genannte Stinkstein sowie der

Kupferschiefer von Mansfeld, auf dem der dortige altberühmte Bergbau (Eisleben, schon von Luther her bekannt) beruht. Das wohl von den vielen versteinerten Fischen herstammende Bitumen hat jenes Gestein fast dunkelschwarz gefärbt; das darin vorkommende Kupfer ist in ganz feinen, dem bloßen Auge kaum sichtbaren Körnchen beigemengt.

Manche Kalkmergel sind, wie schon gesagt, mit grünen Pulverkörnern durchsetzt, so in Westfalen, in Frankreich, an der atlantischen Küste von Nordamerika, wo sie oft meilenlange, dutzende von Metern mächtige Schichten bilden, die meist der Kreideformation angehören; man nennt dieselben gar nicht unpassend Glaukonitmergel (vgl. S. 158).

Auch die oben schon (S. 154) berührten Brandschiefer wären hierher zu rechnen. Es sind dies dunkelbraune, oft pechschwarze Schiefergebilde, die einen so starken Bitumengehalt haben, daß sie mit rußender Flamme brennen (Oschatz in Sachsen, Seefeld in Tirol). Ebenso gehören die bekannten Posidonienschiefer (Boll) hieher, desgleichen die sogen. Blätterkohlen (Dysodil, aus der Braunkohle, also der Tertiärzeit stammend). Haben doch gerade die Mergel eine besondere Neigung, in Schiefergestalt aufzutreten, was wohl immer Folge von Druck sein dürfte. Sind solche (bituminösen)

Mergelschiefer von recht gleichmäßigem Korn, so daß sie eine schöne Politur annehmen, so kann man sie ohne weiteres auch „Marmor" heißen, da ja immer ein bedeutender Prozentsatz von kohlensaurem Kalk mit darin steckt, wie wir denn oben schon den „Tafelfleins" des Lias ε (Posidonienschiefers) unter den verschiedenen Marmorarten mit aufgezählt haben (S. 154).

Von geringerer Verbreitung und daher untergeordneterer Bedeutung in der Natur sind unter den einfachen Gesteinen

Kapitel V:

die phosphorhaltigen Bildungen,

die überdies wohl meist auf Tierreste oder Exkremente von Tieren zurückzuführen und daher in gewissem Sinn zu den zoogenen Gesteinen zu rechnen sein dürften. Immerhin haben wir es aber auch mit anorganischen Phosphoriten in der Natur zu thun, die durch Auslaugung sich zersetzender, massiger Gesteine entstanden sind, welch letztere immer mehr oder weniger Apatit enthalten. Da nun die einen wie die andern hie und da einen nicht ganz unbedeutenden Anteil an der Bildung der Erdkruste nehmen, auch wegen ihrer technischen Verwendung (als Düngungsmittel) namentlich in der Gegenwart einen ziemlichen Ruf erlangt haben, wollen wir sie doch nicht ganz übergehen. Wir rechnen hieher in erster Linie

a) den Phosphorit $Ca^3(PO^4)^2$, ein fasriges bis dichtes Apatitgestein von weißlicher, graulicher oder gelblich-brauner Farbe,

das Kluftausfüllungen und Ablagerungen in paläozoischen Kalken (Nassau a. Lahn, Amberg in Bayern), oder auch förmliche Lager und Flöze zwischen Thonschiefern bildet (Estremadura in Spanien, Südrußland, Belgien) und daher in gewissem Sinn auch den Thon- und Mergelgesteinen an die Seite gestellt werden kann. Weiter machen wir an dieser Stelle aufmerksam auf die sogen.

b) Bonebeds (engl., „Beinbette") d. h. Gesteinsbänke, die fast aus lauter zertrümmerten Tierresten (Schuppen, Zähnen, Knochen, Wirbeln, insbesondere aber Koprolithen d. h. versteinerten Exkrementen von Fischen und Sauriern) zusammengesetzt sind. Sie treten in verschiedenen Formationen, hauptsächlich aus der mesozoischen Zeit, auf und können Schichten bis zu mehreren Metern Mächtigkeit bilden. Es sind ihrer ganzen Natur nach Stranderzeugnisse, indem die Wellen an alten Meeresufern diese Tierreste zusammengeschwemmt haben, die dann später durch ein (thonig-kalkiges) Bindemittel wieder verkittet wurden. In Württemberg sind solche Bonebeds aus Muschelkalk, Lettenkohle und unterstem Jura (Grenzschichte zwischen Keuper und Lias) bekannt, in England wurden derartige Vorkommnisse schon seit lange technisch verwertet. Ein ähnliches Gebilde aus neuer und neuester Zeit (Diluvium und Alluvium) stammend, so daß man dessen Entstehung zum Teil noch fortwährend beobachten kann, ist

c) der Guano. Er kommt in weißlichen, gelblichen oder schmutzigroten erdigen Anhäufungen vor, die einen scharfen Ammoniakgeruch besitzen, aus phosphorsaurem Kalk, Harnsäure 2c. bestehen und daher zweifellos das Produkt von Tieren (Vögeln) sind, deren Exkremente seit Jahrtausenden an den regenlosen Küsten von Peru (Chinchainseln) abgelagert wurden und wohl noch werden*). Sie stellen zum Teil solch ungeheure Mengen dar, daß man sie in der That als „gesteinsbildend" bezeichnen kann, die auch mit zur Ent-

---

*) Vgl. Scheffels köstliches „Guanolied": „Und der Böblinger Repsbauer spricht:

„Gott segn' euch, ihr trefflichen Vögel
An der fernen Guanoküst',
Nebst meinem Landsmann, dem Hegel,
Schafft ihr den gediegensten Mist."

wicklung und Veränderung der Erdkruste beitragen. Etwas ähnliches dürfte

d) der Chilisalpeter (Natronsalpeter, $Na NO^3$, im Gegensatz zum [gewöhnlichen] Kalisalpeter) darstellen, der in den gleichfalls regenlosen Wüsten am Westabhang der Kordilleren in Südperu und Bolivia, insbesondere aber im nördlichen Chile, auf ungeheure Strecken ca. $^1/_2$—1 m mächtige Lager zwischen Thonschichten bildet und ebenfalls neuerdings ein bedeutendes Ausfuhrobjekt (über den Hafen Iquique) und ein gewaltiger Handelsartikel wegen seiner technisch-ökonomischen Verwendung geworden ist. Soll doch auch dieses „Gestein", wie von manchen behauptet wird, das Erzeugnis der Exkremente und insonderheit des Harnstoffs der zahlreichen Lamaherden sein, die einst in diesen Gegenden hausten, und die bekanntlich die eigentümliche Gewohnheit haben, Kot und Harn stets an bestimmten Stellen abzusetzen, an welche sie zu diesem Behuf von weitem Umkreis in Haufen zusammenkommen.

Ochsenius führt seine Bildung auf Einwirkung des Ammoniakguanos auf ausgeblühtes Natriumkarbonat zurück; ersterer wäre dann durch Westwinde von den Guanoinseln auf den Kontinent herübergeführt worden.

Wir gehen weiter zu denjenigen „einfachen Gesteinen", in welchen der Quarz die ausschlaggebende Rolle spielt, die wir also kurzweg

Kapitel VI:

Quarz- oder Kieselgesteine

heißen können, und führen als die wichtigsten darunter an

1. den Quarzit oder Quarzfels.

Derselbe, von weißer, grauer oder durch Beimengung von Eisenoxyd rötlicher Färbung, glasglänzend, zeigt ein körniges bis dichtes Gefüge und tritt meist in geschichteten Bänken auf, die zwischen Glimmer-, Chlorit- und Talkschiefer eingelagert, oft auch eben durch Reihen von Glimmerblättchen in solche Schichten geteilt sind. Er

kommt hauptsächlich in den Alpen vor, wo man in den dortigen Glimmerschiefern oft meterdicke Quarzitbänke schneeweiß hervorschimmern sieht (ja nicht mit — dem viel weicheren — Kalk oder Kalkspat zu verwechseln).

Selbstverständlich spielt das Gestein auch erratisch eine große Rolle, da der fast unzerstörbare Quarz in großen und kleinen Geröllstücken überall in den durch Gletscher von den Alpen herabgeführten Schuttmassen eingelagert und als festeste und härteste Masse auch da noch übrig geblieben ist, wo längst alles übrige „Gletschermaterial" zu Sand, Staub, Thon oder Ackerkrume zerrieben ward. Sodann gehört hieher

2. der Kieselschiefer (Lydit).

Derselbe ist ebenfalls ein sehr hartes Quarzgestein, das aus einem Gemenge von dichtem Quarz, Chalcedon und etwas Opal zusammengesetzt und meist durch einen kleinen Kohlengehalt schwarz gefärbt ist. Da es sich hier aber um ein deutlich geschichtetes Gestein mit flachmuschligem Bruch handelt, hat man ihm den Namen „Schiefer" gegeben. Er spaltet sich in lauter dünne Plättchen, zeigt ein vollständig dichtes Gefüge und enthält manchmal Skelette von niederen Lebewesen (Radiolarien und Foraminiferen). Er hat, wie gesagt, eine dunkle, oft schwarze Farbe und ist öfters von zahlreichen Schnüren und Adern weißen Quarzes durchzogen. Seine sehr dichten und gleichmäßigen, dunkelschwarzen Sorten heißt man Probierstein (Lydit, d. h. wohl Stein aus „Lydien"), weil man früher das Gold an dem „Strich", den es auf dem Stein zurückläßt, nach seiner Echtheit zu prüfen pflegte. Im Oberharz (bei Clausthal), im Fichtelgebirge (in der Nähe von Hof), in Böhmen (bei Beraun), in Sachsen (zwischen Freiberg und Hoffen), und an anderen Orten bildet dieses Gestein mächtige, meilenweite Schichtenfolgen.

3. Der Feuerstein (Flint)

ist ein graues, gelbliches oder schwarzes, dem bloßen Auge vollkommen dicht erscheinendes Kieselgestein mit ausgezeichnet muschligem Bruch. Seine scherbenartigen Bruchstücke sind scharfkantig und an den Kanten durchscheinend. Seine schwarze Farbe rührt größtenteils

von Kohlenstoff, und dieser selbst wieder von organischen Resten her. Ist es doch höchst wahrscheinlich, daß die meisten Feuersteine, die sich namentlich in der weißen Schreibkreide (bei Dover und Aachen, auf den Inseln Rügen und Wollin) in Knollen, Schnüren und Lagern eingebettet finden, aus Kieselpanzern von mikroskopischen Lebewesen entstanden, also zoogener Natur sind. Vor Einführung der Perkussionswaffen und der Zündhölzer wurde mit diesen Feuer- oder Flintsteinen ein schwunghafter Handel getrieben, da man sie nicht bloß zum Feueranmachen am Herd, sondern auch zum Entzünden des Pulvers in den Gewehren („Flinten") benützte. Sie wurden fast durchweg aus der Champagne (ebenfalls der oberen Kreideformation angehörig) bezogen. Von dem Feuerstein zu unterscheiden ist der sogen.

4. Hornstein,

der freilich meist auch unter dem Namen seines eben abgehandelten Bruders läuft. Namentlich in Schwaben pflegt man die im oberen Weißjura (Weißjura ε u. ζ) so häufig vorkommenden Kieselgebilde kurzweg „Feuerstein" zu heißen. Auch die Prähistoriker, die so viel mit „Feuersteinartefakten" (Messer, Pfeilspitzen, Schabern 2c. aus diesem Material) zu thun haben, gebrauchen diesen Namen ohne viel Besinnen von sämtlichen, dem Weißjura entstammenden derartigen Kieselstücken, die aber genau genommen und besehen, in Wahrheit lauter „Hornsteine" sind.

Freilich ist die äußere Erscheinung beider sehr ähnlich. Auch der Hornstein zeigt wie der Feuerstein für das bloße Auge vollkommen dichte Struktur und ausgezeichnet muschligen Bruch. Dagegen ist seine Farbe selten grau oder gar schwarz, vielmehr (infolge von Beimengung von Eisenoxyd) gelblich, rötlich und braun, und die ganze Masse weit unreiner als diejenige des Feuersteins (scheint z. B. an den Kanten nicht durch). Auch er giebt, wie der reine Quarz, am Stahl Funken (daher „Pflug- oder Eisenfresser" von den schwäbischen Albbauern genannt), indem abgerissene Stahlspähnchen durch die Reibung glühend werden (umgekehrt wie beim Schwefelkies, an dem man ja freilich mit Stahl auch „Feuer schlagen" kann; nur entstehen hier die Funken durch glühend gewordene Kiessplitter, die der härtere Stahl vom Schwefeleisen abgerissen hat).

Aus diesem Grund ist es den Leuten ja nicht so sehr übel zu nehmen, wenn sie auf unsere Hornsteine den Namen „Feuerstein“ übertragen.

Das Gebilde kommt, wie gesagt, hauptsächlich im oberen Weißjura*) in Form von eingesprengten unregelmäßigen Knollen, Schnüren und Brocken bis zu Kopfgröße vor. Bei der ungemeinen Härte des Quarzes bleiben diese „Feuersteinstücke“ auf den Feldern liegen, auch wenn längst aller Kalkstein verschwunden ist, in den sie einst eingebettet waren. Doch bemerkt man auch an diesen harten Gesellen den Einfluß der die Verwitterung hervorrufenden Atmosphärilien; denn manche dieser Kieselknollen haben eine völlig zersetzte, erdig gewordene Kruste.

Neben den bisherigen Arten von Kieselgesteinen wäre zu nennen

5. der Jaspis,

unter dem sich ja freilich die Leute meist einen kostbaren Edelstein vorstellen, nicht wissend, daß der gemeine Jaspis eine oft in Menge vorkommende Abart des Quarzes oder eigentlich des Chalcedons ist, der sich durch rötliche Färbung auszeichnet und oft geradezu gesteinsbildend auftritt. Im Schwarzwald z. B. finden sich da und dort, und zwar in dem Buntsandstein, ganze Schnüre und Adern von solchem „Jaspis“ oder „Karneol“ eingebettet (so bei Schramberg, Herrenalb und an anderen Orten). Ganz besonders berühmt aber sind die mächtigen Lager dieses Gesteins vom Oberen See (Lake Superior) in Nordamerika. Auch

6. der Süßwasserquarz

gehört hierher; bildet er doch ebenfalls oft förmliche Lager und Bänke, meist aus känozoischer Zeit (Tertiär und Diluvium). Er zeigt eine feinkörnige, oft dichte Masse mit splittrigem Bruch, die sich durch ihre Einschlüsse von Landschnecken und Pflanzen als Quellniederschlag kennzeichnet. In der Umgebung von Paris z. B. finden sich, zwischen losen Sanden oder Thonen eingebettet, große Mengen dieses Gesteins. Ein ganz ähnliches Vorkommnis haben

*) Hier sind ja auch die meisten Versteinerungen (Korallen der „Nattheimer Schichten“, Seeigel ꝛc.) „verkieselt“ d. h. in Quarz oder „Feuerstein“ verwandelt.

wir auch in Schwaben, und zwar in dem alten Kratersee des

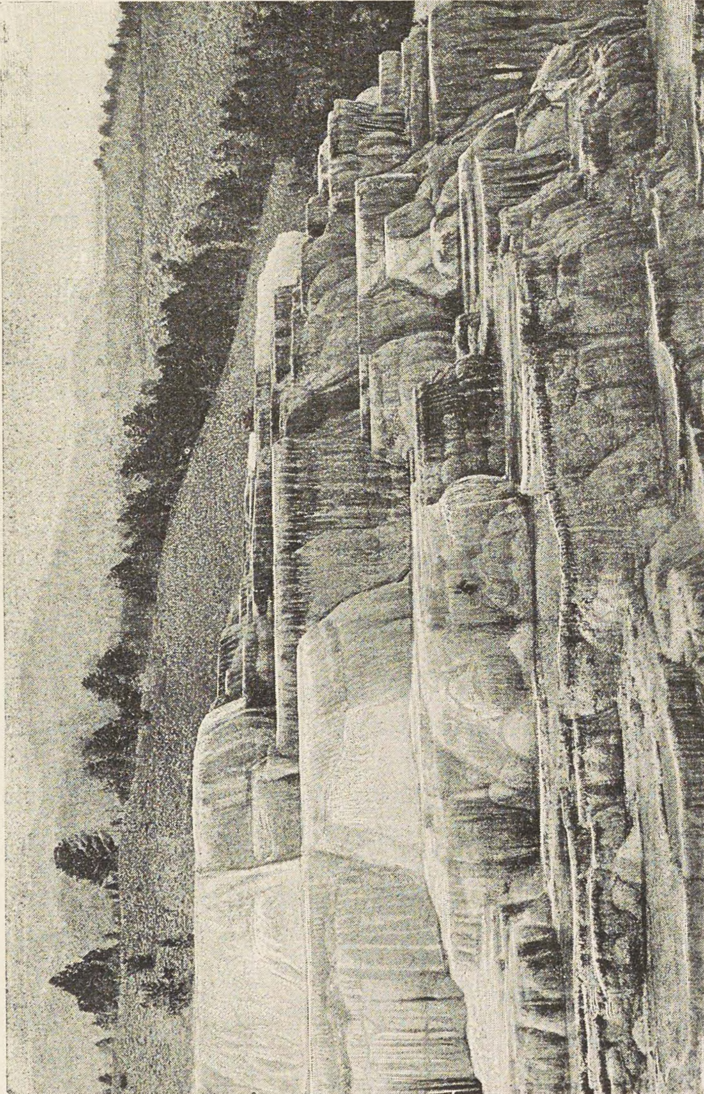


Fig. 30. Kieselsinterterrassen auf Neuseeland.

Randecker Maars, dessen tertiäre Wasserablagerungen nicht bloß Blätterkohle (Dysodil) erzeugt, sondern diese selbst an manchen

Stellen durch Infiltration von Kieselsäure zu völligem Kieselschiefer umgeschaffen haben. Eine ähnliche Entstehung hat

7. der Kieselsinter oder Kieseltuff,

eine bald erdige, lockere oder poröse, bald feste und dichte Masse, die sogar Stalaktiten bilden kann und auch sonst an den Kalktuff äußerlich sehr erinnert. Sie ist ebenfalls das Erzeugnis von süßem Wasser, das aber immer heiß aus der Erde fließen muß, um solche Gebilde hervorzubringen. Am bekanntesten sind derartige, zum Teil ganz gewaltige Ablagerungen in der Nähe der sog. Geysirs (heißer Springquellen), deren Töpfe in dieser Weise von Sinterschalen umrahmt sind, so auf Neuseeland (vergl. uns. Fig. 30, S. 169), im Yellowstonepark von Nordamerika und auf der Insel Island.

Eine andere Entstehungsursache hat unter diesen Quarzgesteinen

8. der Polierschiefer und Kieselguhr (Bergmehl).

Beides sind nämlich zoogene Gesteine, da sie lediglich aus den Kieselpanzern von Algen (Diatomeen) bestehen, die sich da und dort in ungeheuren Mengen angehäuft haben und meterdicke Lager bilden. Der Polierschiefer ist eine erdige, gelbliche, dünnschiefrige Kieselmasse, äußerst fein anzufühlen, die eben beim Polieren von Eisen und Metallgeräten Verwendung findet (Bilin in Böhmen); das Bergmehl dagegen ist, wie schon der Name andeutet, offenbar infolge von weiter fortgeschrittener Zersetzung zu einer weißen, mehlartigen, abfärbenden Masse geworden, die aber, unter dem Mikroskop ebenfalls in lauter Diatomeenpanzer sich auflöst.

Aus solchem „Gestein“ besteht z. B. ein großer Teil des Untergrunds von Berlin; desgleichen findet sich's in der Lüneburger Heide an vielen Stellen. Auch die „eßbare Erde“, die gewisse Völkerstämme am Orinoko (die „Erdeesser“) zu verspeisen pflegen, dürfte aus solcher Kieselsubstanz bestehen, die dort in einen fetten Thon eingelagert ist.

Eine ganz neue Reihe von „einfachen Gesteinen“, die aber wegen ihrer praktischen Bedeutung hochwichtig sind und in der Natur oft mächtige Schichten zusammensetzen, tritt uns vor Augen in den

Kapitel VII:

Eisengesteinen oder Eisenerzen,

von denen wir darum jedenfalls die wichtigsten aufzählen müssen. Eisenverbindungen treten bekanntlich in allen Gesteinen, und Eisenerze fast in allen Formationen in der verschiedenartigsten Weise und Zusammensetzung auf, und schon oben wurde gesagt, daß so ziemlich alle Farben, zumal die roten, braunen und gelben, die in unsern Erdschichten vorkommen, vom Eisen herrühren. Da jenes eine große Neigung hat, sich mit Sauerstoff zu verbinden (zu „rosten"), so kommt es in der Natur nirgends gediegen, d. h. in reinem Zustand vor. Wo man gediegenes Eisen in manchmal viele Zentner schweren Blöcken oder Klumpen auf der Erdoberfläche findet, da kann man darauf rechnen, daß man es nicht mit „irdischem", sondern mit „meteorischem", d. h. solchem Eisen zu thun hat, das aus anderen Welten zu uns gekommen („vom Himmel gefallen") ist. Alles übrige Eisen kommt nur als (Eisen-)Erz vor d. h. mit Sauerstoff (und Kohlensäure) verbunden und außerdem meist noch durch andere Beimengungen (von Thon, Kalk, Mangan 2c.) verunreinigt. Zu den wichtigsten Eisenerzen gehört

a) der Spateisenstein

aus kohlensaurem Eisenoxydul ($Fe\,CO_3$) bestehend und eine grob- oder feinkörnige Masse von Eisenspatteilchen darstellend, von gelblich-grauer oder gelblich-brauner Farbe. Meist ist dieses Eisenerz durch Beimengung von Mangan, Magnesia und kohlensaurem Kalk verunreinigt und führt als zufällige (accessorische) Bestandteile Einsprenglinge von Schwefelkies, Kupferkies und Eisenglanz bei sich. Es wird durch Eindringen atmosphärischen Wassers zuerst an der Oberfläche, dann in immer größere Tiefen hinab in B r a u n e i s e n s t e i n (Eisenhydroxyd) umgewandelt, ganz ähnlich, wie wir dies oben vom Anhydrit in seinem Verhältnis zum Gips angegeben haben. (S. 34).

Der Spateisenstein bildet m a s s i g e E i n l a g e r u n g e n u n d S t ö c k e von oft meilenweiter Ausdehnung zwischen geschichteten Gesteinen, gehört also in diesem Fall den Flözformationen an; doch

tritt er auch in Gängen auf, deren Bildung sich einfach dadurch erklärt, daß (wie bei allen Erzgängen) das zuvor in der Gesamtmasse fein verteilte Metall durch Wasser ausgelaugt und in zuvor schon bestehenden, natürlichen Gebirgsspalten („Gängen") wieder abgesetzt wird. Das bedeutendste und seit alter Zeit berühmteste Spateisensteinerz bricht in Steiermark, dem alten Noricum, weshalb schon der römische Schriftsteller Plinius das „norische Eisen" rühmt. Der dortige „Erzberg" bei „Eisenerz", 700 m über der Thalsohle sich erhebend, besteht fast nur aus solchem Spateisenstein, und heute noch blüht infolge davon die Eisenindustrie in Steiermark und Kärnthen ganz besonders. Sie versorgt ganz Österreich mit dem besten Stahl, wie dann überhaupt gerade dieses Eisenerz zur Stahlbildung am geeignetsten ist, daher für Waffenfabrikation auch nach anderen Ländern ausgeführt wird.

In jenem Bergwerk bei Eisenerz kommt dann auch, in Spalten und Klüften sich ausscheidend, die berühmte „Eisenblüte" vor, die freilich mit Eisen gar nichts zu thun hat, da es lediglich kohlensaurer Kalk und zwar in Form von Aragonit ist, der sich hier in merkwürdig zarten, schneeweißen, durcheinandergeschlungenen Fäden ausscheidet.

Weitere berühmte Fundplätze für Spateisenstein sind Müsen in Westfalen und Schmalkalden in Thüringen, an welchen beiden Orten die Eisengruben den sehr bezeichnenden Namen „Stahlberg" tragen. Die rheinländische Eisenindustrie verdankt ihren Ruf wesentlich mit auch diesem trefflichen Stahlerz. Sehr nahe mit dem Spateisenstein verwandt ist

b) der Thoneisenstein oder Sphärosiderit.

Letzteren Namen (griech. „Kugeleisen") hat er daher, weil er sehr häufig in Gestalt von Kugeln und Knollen vorkommt; wir erinnern z. B. nur an die Thoneisensteingeoden im Lias β Schwabens. Seiner chemischen Zusammensetzung nach besteht er wie der Spateisenstein ebenfalls aus kohlensaurem Eisenoxydul ($Fe\,CO_3$), nur daß diesmal eine ziemliche Menge Thon beigegeben ist. Er verhält sich also zum Spateisenstein ähnlich wie der Mergel zum Kalk; denn jener ist ja, wie wir hörten, auch nichts anderes als mit Thon gemengter Kalkstein.

Der Thoneisenstein tritt entweder in zusammenhängenden Lagern (Flözen) oder in einzelnen linsenförmigen Knollen und Nestern auf, die zwischen den Schieferthonen der Stein- und Braunkohlenformation eingebettet sind. In beiden Fällen also, d. h. jederzeit haben wir es bei diesem Erz mit einem echten Sedimentgebilde zu thun. Wo es aber mit Kohlen vergesellschaftet vorkommt, da wird der Wert dieses ohnedem sehr geschätzten Erzes noch bedeutend vermehrt, weil seine Verhüttung erleichtert. Die Hauptfundorte für dieses treffliche Material liegen bei *Saarbrücken* und *Zwickau*, in *Südwales* (England) und *Pennsylvanien* (Nordamerika), sodann in der Braunkohlenregion des Siebengebirges u. s. w. Die Bedeutung der Eisenindustrie in Wales beruht wesentlich auf dem Vorkommen dieses Erzes. Nur eine Abart davon bildet der sogen.

Kohleneisenstein (in England *Blackband* d. h. Schwarzeisen geheißen), das neben Thon noch (2—35 %) Kohle enthält, was die Güte des daraus gewonnenen Eisens eher vermehrt als vermindert. Hauptsächlich kommt dieses Erz in dem *schottischen* und *westfälischen Steinkohlengebiet* vor, wo große Massen davon dem Schieferthon flözartig eingelagert sind, also wieder *Kohle und Eisen nebeneinander*: das brachte und bringt die Industrie in Schottland und Westfalen zu so ungeheurer Höhe.

Das dritte unter unsern Eisenerzen und in sofern mit dem vorigen nahe verwandt, als es wohl meist aus diesem hervorging, ist

c) der Brauneisenstein

aus *Eisenoxydhydrat* ($Fe^4 O^3 (OH)^6$) bestehend d. h. immer auch etwas *Wasser* enthaltend. Seine Entstehung ist daher ganz einfach so zu erklären, daß Tagwasser von oben in Spat- oder Thoneisensteinlager eindrangen und sich mit der Masse verbanden. Geht ja doch auf diese Weise die Umwandlung solcher Erze in Brauneisenstein beständig noch vor unsern Augen fort (wie Gips aus Anhydrit; vgl. oben S. 34).

Der Brauneisenstein kommt in der verschiedensten Form vor, als fasriges, feinkörniges, dichtes, erdiges oder knolliges und nierenförmiges Mineral von ockergelber bis schwärzlich-brauner Farbe, enthält meist etwas Mangan und ist fast immer durch Thonbei-

mengung verunreinigt. Auch er ist ein sehr schätzbares Eisenerz, das viele Abarten zeigt. Als wichtigste derselben nennen wir den

α) braunen Glaskopf*),

der in seinen schönen traubigen und nierenförmigen Massen öfters im Buntsandstein des Schwarzwalds erscheint. Im großen wurde er lange Zeit bei Neuenbürg abgebaut, wo er ansehnliche Gänge ausfüllte und die Fabrikation des besten württembergischen Eisens (daher „Stahlerz" genannt; Sensenfabrik von Neuenbürg) bedingte. Jetzt ist freilich dort alles zu Ende. Um so mehr aber wird die praktische Ausbeutung dieses Erzes am Harz, im Thüringer- und Westerwald betrieben, wo dasselbe in den paläozoischen Formationen (Devon 2c.) in breiten Klüften und großer Menge lagert (Elbingerode, Schmalkalden und Camsdorf). Reich daran sind auch die baskischen Provinzen in den Pyrenäen, von deren Eisenindustrie schon Plinius erzählt. Weiter gehört hieher der merkwürdige

β) Raseneisenstein (Sumpferz),

eine poröse, schwammige, mit Sand und insbesondere auch organischen Substanzen verunreinigte Masse, die bald als Schlamm aus den Moortümpeln, bald als erhärtetes „Wiesenerz" gegraben wird, wenn der Torfgrund ausgetrocknet ist; dasselbe enthält stets Kieselsäure und Phosphorsäure. Diese Art des Brauneisensteins entsteht nämlich dadurch, daß organische Säuren das Torfwasser befähigen, die im Untergrund enthaltenen Eisenbestandteile aufzulösen und wieder abzusetzen. So bildet sich die Masse vor unsern Augen und kann wie der Torf selbst unter Umständen in wenigen Jahren, nachdem sie abgeschöpft war, wieder „nach-wachsen".

Dieses Sumpferz giebt ein sehr leichtflüssiges Eisen, das deshalb namentlich zum Guß sich eignet. Linné sprach daher die Vermutung aus, der Mensch habe es zuerst zur Darstellung des Eisens benützt, und nannte es mit Beziehung auf 1. Mose 4, 22 nicht übel „Tofus (lateinisches Wort, aus dem unser deutsches „Tuff" entstanden ist) Tubalkaini". Es findet sich in der ganzen nord-

*) Alter deutscher Bergmannsname, wohl von „Glanz-" oder „Glatz-" (d. h. Kahl-) Kopf abzuleiten.

deutschen und russischen Tiefebene, in den Moorbrüchen von Holland, Friesland, Pommern 2c., namentlich aber auch im südlichen Schweden; doch ist seine Verwendung zur Eisenfabrikation gegenüber den andern Eisenerzen ziemlich untergeordnet. Dies gilt mehr oder weniger auch vom sogen.

γ) **Bohnerz**,

das ebenfalls ein Eisenoxydhydrat, und zwar eine groboolitische Abart des Brauneisensteins darstellt. Es besteht, worauf eben sein Name deutet, aus lauter erbsen- bis haselnußgroßen Kügelchen, recht eigentlichen „Bohnen", die in einem gelben, eisenschüssigen Lehm eingebettet liegen und meist Spalten im weißen Jura ausfüllen, wohin sie aber erst zur Tertiärzeit gelangt sind, wie die mitvorkommenden abgerollten Säugetierknochen beweisen. Die Entstehung des Bohnerzes ist freilich noch ziemlich rätselhaft, denn unwillkürlich denkt man bei diesen konzentrisch-schaligen „Bohnen" an Erbsensteine, und doch fehlen die heißen Wasser dazu. Möglicherweise geht übrigens der Bildungsprozeß dieses Erzes noch heute fort. Dasselbe kommt in der ganzen Jurakette von der französischen Schweiz bis ins bayrische Franken hinein vor (Egerkinden bei Solothurn, Sigmaringen, Heidenheimer Alb, Kandern im Breisgau 2c.) und wurde früher vielfach verhüttet, wobei ebenfalls ein leichtflüssiges Eisen erzielt wird. Die einzelnen „Bohnen" fließen oft zu faustgroßen, ja zentnerschweren Massen zusammen, zeigen aber auch so noch die Art ihrer Entstehung.

Unter den dichten Brauneisensteinsorten möchten wir noch hervorheben den

δ) gelben **Thoneisenstein**,

der im Braunjura Schwabens (Braun α) so vielfach in der Gestalt von nuß- bis kopfgroßen ovalen Gebilden (Linsen) vorkommt und allem nach in vorgeschichtlicher Zeit zur Erzeugung von Eisen benützt wurde, wie die oft in unsern Wäldern noch liegenden Schlackenhaufen zeigen. Da dieses Gestein ebenfalls etwas Wasser enthält, so ist es hieher zu stellen, wogegen die ganz ähnlichen „Geoden" aus dem unteren Lias, sowie aus dem Saarbrückengebiet (Lehbach) eigentliche Sphärosiderite sind, also zur Gruppe des Thoneisensteins gehören.

Infolge von Verwitterung wird bei diesen Knollen der Kern oft erdig und locker; dann „klappern“ die Geoden und wir bekommen so die früher schon genannten „Klapper“- oder „Adlersteine“ (S. 111). Eine noch weiter fortschreitende Verwitterung erzeugt aus denselben wie aus all diesen wasserhaltigen Eisenerzen

den gelben oder den Brauneisen-Ocker (Ocher, griechisch „schmutziggelb“), ein erdiges Gebilde, das vielfach als gelber Farbstoff benützt wird, ganz wie der dem Roteisenstein entstammende rote Eisenocker (Rötel, Bolus rc.) zum Rotfärben dient.

Endlich enthalten auch gewisse Oolite Wasser in sich und gehören also hieher. Es sind das die sogen.

ε) gelben Eisenoolite (Taf. IX, Fig. 1),

wie sie z. B. im oberen Braunjura (Braunjura ε), insonderheit in den Macrocephaluslagern an der oberen Donau (Geisingen, Gutmadingen) vorkommen und Jahrzehnte hindurch auf den Fürstenbergischen Eisenwerken verhüttet wurden. Desgleichen kommen ähnliche wasserhaltige Eisengebilde mit oolitischer Struktur in den Alpen, und zwar in der Kreide- (St. Maurice, Kanton Wallis) und Tertiär-Formation (Kressenberg bei Traunstein) vor; aber auch hier hat der praktische Betrieb aus Mangel an Kohle längst aufgehört.

Eine andere Gruppe von Eisenerzen bildet

d) der Roteisenstein;

denn dieser ist einfaches reines Eisenoxyd ($Fe^2 O^3$), also dasselbe, was man im gewöhnlichen Leben „Rost“ heißt. Er kommt in den verschiedensten Gestalten vor, als stengliges, fasriges, derbes, erdiges (ockeriges) Gebilde, tritt oft in ungeheuren Massen als wirklich gesteinbildend auf und wird vielfach zur Gewinnung von Eisen verwendet. Die wichtigsten Arten dieses Erzes sind etwa folgende:

α) der Eisenglanz,

am berühmtesten von der Insel Elba (Rio Marino), wo schon die alten Römer die ungeheuren Lager abbauten, und woher heute noch das Königreich Italien die Hauptmasse seines Eisens holt,

soweit es nicht solches vom Ausland bezieht. Hier wie an andern Orten, wo es vorkommt (Schweden, Brasilien), ist dieses Erz mit Gneis und Graniten vergesellschaftet. Aus den Gruben von Elba, und zwar auf deren östlicher Seite, stammen auch die herrlichen Kristalle von Eisenglanz und Schwefelkies, welche in unsern Sammlungen ganz besonders das Auge auf sich ziehen. Als der gestürzte Napoleon „König von Elba“ war, ließ er extra in diesen Gängen nach „Stufen“ graben und verschenkte die Stücke an bevorzugte Besuche. Als

β) dichter Roteisenstein,

zeigt sich der Eisenglanz, wenn wir diesen alten deutschen Bergmannsnamen beibehalten wollen, ebenfalls zwischen Gneis eingelagert und selbst geschichtet, insbesondere am Südufer des Oberen Sees (Lake Superior) in Nordamerika, wo dieses Gestein eine Mächtigkeit von über hundert Meter und eine Ausdehnung von etwa 10 deutschen Meilen besitzt und daher selbstverständlich eines der wichtigsten Eisenerze der Vereinigten Staaten bildet, das dort zur Verwendung kommt.

Das Material ist überall, wo es sich zeigt, viel mit Quarz vermengt; auf diese Weise bilden sich dann Übergänge von eigentlichem Roteisenstein bis zum eisenschüssigen Kiesel und roten Jaspis. Ist doch die Farbe all dieser wasserlosen, bloß mit Sauerstoff verbundenen Eisenerze stets kirschrot (gegenüber der gelben bis braunen Färbung der wasserhaltigen) und zweifellos eben deshalb auch Erzeugerin der tiefroten Gesteine, denen wir in den archäischen und paläozoischen Formationen begegnen (Oldred Englands, Totliegendes und Rotliegendes Deutschlands, wie nicht minder die letzteres durchsetzenden roten Porphyre, aber auch noch die der Trias angehörigen Bunt- und roten Keupersandsteine). Tiefrot ist insbesondere auch

γ) der rote Glaskopf,

in seiner reinen und schönfarbigen Ausbildung unter dem Namen „Blutstein“ (der berühmte „Hämatites“ [von haima griech. „Blut“], der Alten, den man sich aus geronnenem Blut entstanden dachte und daher auch wieder umgekehrt als blutstillendes Mittel ansah und gebrauchte) bekannt und in den Schleifereien von Ober-

stein zu Schaustücken verarbeitet. Die gewöhnlichen Sorten nähern sich immer wieder dem dichten Roteisenstein und liefern ein gutes Material, wenn sie auch bei der geringeren Häufigkeit ihres Vorkommens nicht die große Bedeutung für die Eisenindustrie haben wie die bisher genannten Erze. Doch findet sich unser Gestein am Harz, in den Vogesen und sonst oft in größeren Lagern den paläozoischen Formationen (Totliegendes) eingebettet und führt dann einen blühenden Bergbau herbei. Ja in Sachsen ist der rote Glaskopf geradezu „der gemeinste Eisenstein"; gepulvert dient er zum Polieren und Glätten der Metallwaren.

Ist dieses Erz durch Beimengung von Thon verunreinigt, so entsteht der rote Thoneisenstein und bei allmähliger Verwitterung der gemeine (erdige) Rötel, der als Farbe vielfach Verwendung findet. Als förmlicher Eisenthon geht dann die Masse allmählig in Gebilde über, die man Bous (griech. „die Scholle") oder in ihren feineren Sorten Siegelerde (die berühmte „terra sigillata" der Alten) heißt, die aber richtiger unter den „Thonen" besprochen werden (vgl. den Abschnitt über diese).

Dagegen ist in unserer Gruppe noch anzuführen das sehr wichtige Erz des

δ) roten Eisenoolits,

der z. B. in Württemberg eine hervorragende Rolle spielt. Ist doch das Haupteisenerz Schwabens (Aalen, Kuchen) hieher zu stellen. Das Gestein bildet Flöze im braunen Jura, ist also, wie auch die eingeschlossenen Versteinerungen zeigen, als Meeresniederschlag zusammen mit den übrigen Juraschichten seiner Umgebung abgelagert worden. Oberflächlich angesehen erscheint es fast dicht als einfacher Thoneisenstein; genauer betrachtet, zeigt es sich aus lauter kleinen, pulverförmigen Körnchen zusammengesetzt, also als körniger Thoneisenstein, der dann aber unmittelbar in den eigentlichen Eisenoolit übergeht, bei welchem die Körner nur etwas größer (hirsekornartig) werden. Die Entstehung dieses Oolits, der natürlich von selbst an den gewöhnlichen d. h. aus Kalkkügelchen bestehenden Oolit oder Rogenstein, auch an den Erbsenstein erinnert, ist schwer zu erklären; darüber aber kann ein Zweifel nicht obwalten, daß die meisten Eisenoolite, wie sie hauptsächlich eben im Braunjura vorkommen und darin oft mächtige, gebirgs-

bildende Ablagerungen zeigen, hieher gehören und, alle mit einander verwandt, auch auf eine und dieselbe Bildungsart hinweisen.

Leider ist der Eisenerzbau in Schwaben auf den Aussterbeetat versetzt, weil dem Lande die Kohle mangelt, und somit die Schmelzöfen mit den so viel günstigeren Plätzen in andern Ländern nicht mehr konkurrieren können. Zur Zeit seiner Blüte wurden aber z. B. in Wasseralfingen allein jährlich 250 000 Ztr. dieses Erzes gewonnen, das etwa $^1/_3$ so viel Roheisen lieferte, und zwar von recht guter Qualität.

Wir schließen die Beschreibung unserer Eisenerze mit einer für die praktische Verwendung besonders wichtigen Sorte, dem sogen.

e) Magneteisenstein.

Es ist der berühmte Magnes oder Magnetites der Alten, dessen Namen aber wohl schwerlich, wie Aristoteles meint, von der Stadt Magnesia (in Kleinasien), vielmehr, wie Plinius schreibt, von einem Hirten herrührt, der so geheißen haben und auf dem Berg Ida, wo er sein Vieh weidete, die merkwürdige Entdeckung gemacht haben soll, daß „die Nägel seiner Schuhe und die Spitze seines Stabes am Boden hängen blieben" („clavis crepidarum et baculi cuspide haerentibus, cum armenta pasceret" Plinius).

In jedem Fall beobachteten die Alten an ihm zuerst den Magnetismus; denn das Gestein ist immer stark magnetisch, von schwarzer Farbe und körnigem bis dichtem Gefüge, das aus Eisenoxyduloxyd (mit der chemischen Formel $Fe^3 O^4$) besteht.

Dieses Erz ist an die archäischen Formationen (Gneis, Glimmerschiefer) gebunden, weshalb sein Hauptvorkommen da zu suchen ist, wo diese Formationen am mächtigsten sich entwickelt zeigen (Skandinavien, Ural, Nordamerika). Von langher ist namentlich Arendal in Nordschweden als Fundstätte für Magneteisen berühmt, wo sich ganze Berge davon finden, die zu Tag anstehen. Weite Löcher von schauerlicher Tiefe sind in dieselben hinabgetrieben, darin der Bergmann sogar mit Eis zu kämpfen hat. So stehen die mächtigen (25) Gruben von Dannemora, nördlich Upsala, auf einem 60 m breiten Stock dieses Eisens, einzelne derselben haben $^1/_4$ Stunde Umfang und über 100 m Tiefe. Die

Persberger Gruben reichen sogar bis 160 m hinab; auf dem Grunde häuft sich das Eis zu 25 m Dicke, das oft herausgeschafft werden muß; das Tageslicht dringt nur bis 130 m von oben hinab. In Norbotten (68° nördl. Breite) finden sich die Lager von Svappavera und Kerunavar (200 m dick, 2000 m lang), am Berg Gelivara (in der Lappmark) sogar 5000 m breit und 4000 m lang, reinstes Magneteisen! Allerneuestens ist eine weitere schwedische Eisenmine zur Ausbeutung in Angriff genommen worden, die als die reichste der Welt angesehen werden dürfte. Es ist diejenige von Kirunavara, etwa 100 km von der bekannteren in Gelivara entfernt und unter dem 68. Grad nördl. Breite gelegen. Das Erzlager befindet sich in der Gegend des Sees von Suossajarvi. Die Mächtigkeit der Erzmassen wird auf ca. 1000 Millionen Tonnen berechnet. Die Versendung des Materials ist nach dem Hafen von Ofoten beabsichtigt, von wo der Weitertransport in beliebiger Richtung gelenkt werden kann. Der Bau einer zu den Gruben des neuen Bergwerks führenden, 148 km langen Eisenbahn, die zu $^3/_4$ auf schwedischem, zu $^1/_4$ auf norwegischem Gebiet läuft, ist in rüstigem Fortschreiten begriffen.

Von alters her ist daher das „schwedische Eisen" berühmt; schon Agrikola (im 16. Jahrhundert) schreibt: „ferrum Suedorum praestans". Das haben sich auch die praktischen Engländer längst zu Nutzen gemacht, die eine Masse Magneteisenstein von Schweden, wo seine Verhüttung bei dem Mangel an Kohle kaum möglich ist, in ihr Land herüberholen. Ja, die berühmte Industrie von Sheffield (Messer, Gabeln 2c.) beruht wesentlich auf der Güte dieses „schwedischen Eisens".

Aber auch Rußland baut, wie gesagt, im Ural, und ebenso Nordamerika dieses Erz ab, von welchem ungeheure Mengen sowohl in Canada als in den Alleghanies flözartig über weite Strecken verbreitet sind.

Wir haben bisher nur von Eisenerzen gesprochen und müssen uns auch allein auf diese beschränken, da reines oder „gediegenes" Eisen bekanntlich in unserer Erdkruste überhaupt nicht vorkommt. Heißt das, auf der Erdoberfläche finden sich ja freilich verhältnismäßig große Mengen von gediegenem Eisen, mitunter viele Zentner schwere Blöcke. Allein hier handelt es sich gar nicht

um „irdisches“, sondern vielmehr, wie wir oben schon angedeutet (S. 171), um „himmlisches“ Eisen.

Es ist ja eine bekannte Sache, daß von Zeit zu Zeit nicht nur „Steine“, sondern namentlich auch Eisenmassen „vom Himmel fallen“, d. h. daß derartige Körper, die ohne Zweifel im Weltraum kreisen, wenn sie in die Nähe der Erde kommen, von dieser angezogen, auf sie herabfallen (vgl. den Eisenblock von Ensisheim im oberen Elsaß, der am 7. November 1492 mittags um 12 Uhr mit „großem Donnerklapf“ dort niederfiel und noch heute auf dem Rathaus als Merkwürdigkeit aufbewahrt liegt).

Nach einer Beobachtung, die der berühmte Polfahrer Nordenskjöld auf der grönländischen Insel Disko gemacht hat, kommt dort gediegenes Eisen in kleinen Schuppen und Körnern, aber auch in großen, selbst zentnerschweren Blöcken in den Basalt eingesprengt vor. Es scheint also dasselbe von jenem Eruptivgestein aus der Tiefe des Erdinnern mit heraufgebracht worden zu sein, und es dürfte diese Thatsache die schon von manchem Gelehrten ausgesprochene Vermutung zu einer gewissen Wahrscheinlichkeit erheben, daß nämlich der Kern der Erde aus Eisen bestehe (vgl. S. 5).

In jedem Fall müssen tief unten weit schwerere Massen lagern, als diejenigen sind, aus denen die Erdkruste sich zusammensetzt; denn auch die schwersten „Steine“ der letzteren (z. B. Schwerspat), haben höchstens ein spezifisches Gewicht von 3,6—4,5, wogegen die Gesamtmasse unseres Planeten etwas über 5 beträgt. Auch würde die bekannte Erscheinung, daß die Erde als solche ein Magnet ist, nicht übel mit jener Hypothese stimmen. Uns geht das alles hier freilich nichts an; wir haben mit dieser Art des Eisenvorkommens (in gediegenem Zustand) lediglich nichts zu thun, weil dasselbe nur sporadisch, in keiner Weise aber „gesteinsbildend“ auf der Erde erscheint.

Dagegen dürfte es bei der ungeheuren Wichtigkeit und Ausdehnung der gegenwärtigen Eisenindustrie immerhin am Platze sein, hierüber anhangsweise noch einiges beizufügen.

Die Geschichte des Eisens und seines Gebrauchs reicht natürlich in die graueste Vorzeit und in das Sagendunkel der Menschheit zurück. Doch ist wahrscheinlich das Eisen erst zu allerletzt von unserem Geschlecht in seinen Dienst gestellt worden, aus

dem einfachen Grund, weil es eines der am schwersten schmelzbaren Metalle ist (erst bei 1600 ° C. flüssig werdend).

Man teilt deshalb auch bekanntlich die vorgeschichtliche Zeit des Menschen in die sogen. Stein-, Bronce- und Eisenzeit ein, d. h. man hat überall bestätigt gefunden, daß der Mensch zuerst Geräte (Waffen, Schmucksachen 2c.) aus Stein (Feuerstein) und Bein, später aus Kupfer (Bronce) und erst in dritter Linie aus Eisen sich zu fertigen verstand. So gebrauchten die homerischen Helden meist noch broncene Waffen, obwohl unter den Pelasgern damals Eisen schon vorkommt. Die späteren Griechen natürlich und vollends die Römer verstanden bereits die Kunst, Eisenerze zu verhütten, wie denn dazumal die Gruben in Steiermark und auf der Insel Elba in flottem Betrieb standen. Und wenn auch zweifelsohne die ersten Eisengeräte, welche die Menschenhand schuf, aus Meteoreisen hergestellt sind, so zeigen doch die Schlackenfunde in unsern Wäldern, die jedenfalls in vorgeschichtliche Zeit zurückreichen, daß auch schon sehr frühe, und von sehr rohen Völkern Eisenerze mittelst Holz oder Holzkohlen zum Schmelzen gebracht wurden.

War ja doch bis zum Anfang des 17. Jahrhunderts dies das einzige Material zum Ausbringen der Metalle; erst 1612 wurde in England angefangen, Steinkohlen (Koks) in der Eisenindustrie zu verwenden. Eigentlicher Eisenguß kommt erstmals Ende des 15. Jahrhunderts (1490 im Elsaß) vor; die „Hohöfen" aber fanden allgemeinere Verbreitung erst in der Mitte des vorigen Jahrhunderts.

Welch' ungeheuren Aufschwung die Sache aber seit den letzten 30—50 Jahren genommen hat, weiß jedermann; man darf ja nur an die Eisenbahnen, Dampfschiffe, Kriegswerkzeuge, Maschinen u. s. w. erinnern. Nicht mit Unrecht nennt man daher die Gegenwart bald das „eiserne", bald freilich auch das „papierene" Zeitalter. Und so sehr beides einander zu widersprechen scheint, so sehr erfüllt sich auch hier wieder das alte Wort, wornach sich „die Extreme berühren". Die beste Brücke aber zwischen beiden bildet vielleicht der Gebrauch der — Stahlfeder.

Wiederum bekannt ist, wie das aus den Erzen erzeugte Eisen stets in drei Sorten dargestellt wird: Roh- oder Gußeisen, Stab- oder Schmiedeisen und Stahl. Diese drei Arten

unterscheiden sich übrigens bloß durch die kleinere oder größere Menge von Kohle, die hier jeweils dem reinen Eisen beigefügt ist. Völlig kohlenfreies Eisen wird freilich wohl überhaupt nicht dargestellt werden können. Das Schmiedeisen, dem durch Glühen und Hämmern die Kohlenteilchen mechanisch entzogen werden, enthält durchschnittlich noch 0,5—0,7 % Kohle, das Gußeisen dagegen 5—6 %; der Stahl nimmt mit 1½—2 % die Mitte von jenen beiden ein. Er wird bekanntlich dadurch gewonnen, daß man entweder dem Gußeisen Kohle entzieht oder dem Schmiedeisen solche wieder zusetzt. Der Wert des Stahls aber besteht darin, daß er ganz nach Belieben in bestimmte Härtestufen gebracht, in den dehnbarsten wie in den starrsten Formen dargestellt und so für alle nur erdenklichen Bedürfnisse des menschlichen Haushalts verwendet werden kann.

Und welch ungeheure Wertsteigerung durch immer mehr verfeinerte Bearbeitung dieses Stoffs erzielt werden kann, mag unter anderem die Thatsache zeigen, daß, wie man berechnet hat, ein Stück Eisen, das roh 3 Mk. kostet, zu Hufeisen verarbeitet 9, in Nadeln umgestaltet schon 225, als Messerklingen dagegen 2100, und in der Gestalt von Uhrfedern gar 50000 Mk. wert ist.

Gleichzeitig knüpft sich aber der Aufschwung der modernen Eisenindustrie an eine Anzahl von Männern an, die für die Menschheit Unendliches geleistet haben. Nennen wir nur die Namen Bessemer und Thomas, Mannesmann, Armstrong und Krupp, so weiß jeder, der mit dem Leben der Gegenwart auch nur ein wenig vertraut ist, sofort, was wir meinen.

Lange Zeit brachte man es z. B. nicht fertig, große Eisenmassen in Stahl zu verwandeln; da gelang es Bessemer, durch Steigerung der Temperatur auf weit über 1600° C. Gußstahl herzustellen. Dann wieder war es ein großer Nachteil, daß phosphorhaltiges Eisen — und sehr viele, namentlich unter unsern deutschen Erzen enthalten diesen Stoff in verhältnismäßig zu starker Menge — für den Gebrauch untauglich, weil zu spröde und brüchig sich zeigte. Da erfand Thomas ein Verfahren, den Phosphor dem Eisenerz zu entziehen und dabei noch ein treffliches Düngermittel als Nebenprodukt (die phosphorhaltigen „Thomasschlacken") zu gewinnen. Ja, neuerdings hat sich herausgestellt, daß ein wenig

Phosphor das Eisen sogar für technische Zwecke ganz besonders geeignet macht. Das hat insbesondere der deutschen Eisenindustrie zu ungeahnter Blüte verholfen.

Zugleich aber hat gerade die Gegenwart gelehrt, in welch inniger Beziehung die Eisenproduktion mit der Steinkohle steht. Solange man nur Holzkohle zum Ausbringen dieses Metalls aus seinen Erzen benützte, standen Länder wie Schweden und Steiermark, in denen großenteils heute noch die Verhüttung mittelst dieses Materials betrieben wird, begreiflicherweise an der Spitze dieses Industriezweigs, der aber so niemals zu der Massenerzeugung von Eisen sich hätte aufschwingen können, wie die Neuzeit es bedarf.

Erst als man Steinkohle und Koks hiezu in Anwendung brachte, war es möglich, jene Riesenmengen von Eisen Jahr für Jahr herzustellen, deren Zahlen schon unser Staunen erwecken. So kam es dann gleichsam von selbst, daß die Haupteisenindustrie mit den großen Kohlenbezirken unserer Kulturländer einen Bund schloß, so zwar, daß Bezirke, in denen früher vielleicht Jahrhunderte lang eine rege Eisenproduktion bestanden hatte, diese Industrie aufgeben mußten, weil ihnen die Kohle fehlte (z. B. Württemberg), wogegen die Steinkohlengebiete die Hauptmasse der Eisenproduktion an sich zogen, indem sie bei eigenem Mangel an Eisenerzen diese eben von auswärts kommen lassen, was bei den heutigen Transportmitteln und billigen Frachtsätzen eine einfache Sache ist.

Am allergünstigsten freilich sind diejenigen Länder daran, in denen Kohle und Eisen neben einander liegen, wie insbesondere England und Nordamerika.

Ja, letzteres braucht nicht einmal die Kohle zu graben; die Natur hat es hier noch weit bequemer gemacht durch die Masse von Erdöl und brennbarem Gas, das in jenen Gebieten dem Boden entströmt. Der Amerikaner leitet dann jeweils das Gas unmittelbar unter die Kessel und Feuerherde, in denen das Eisen geschmolzen und verarbeitet wird, so z. B. in Pittsburg. Die ungeheure Steigerung der Eisenproduktion in der Union, in England, aber auch am Rhein (Westfalen und Rheinprovinz) beruht einzig und allein auf diesen günstigen Konjunkturen von Kohle und Eisen.

Eine kurze statistische Übersichtstabelle mag vielleicht das beste Bild geben über die Eisengewinnung in den heutigen Kulturländern;

nur muß hinzugefügt werden, daß uns leider keine neuere Angabe als die aus dem Jahr 1882 zur Verfügung stand*). Es dürften

*) Nachträglich ist es uns doch noch gelungen, aus der Berg- und Hüttenmännischen Zeitung (Nr. 17 und 18 vom Jahr 1900) den neuesten Stand der Eisen-, Stahl- und Kohlenproduktion der Welt zusammenstellen zu können.

Nach dem New-Yorker „Engineering and Mining Journal" betrug die Roheisen- und Stahlproduktion der Erde in den Jahren

	1897		1898	
	Roheisen		Stahl	
	1897	1898	1897	1898
	1000 t.	1000 t.	1000 t.	1000 t.
Vereinigte Staaten .	9807	11 962	7289	9045
Großbritannien . .	8930	8769	4560	4639
Deutsches Reich . .	6889	7403	5091	5734
Frankreich	2472	2534	1282	1442
Rußland	1857	2229	831	1095
Österreich-Ungarn .	1205	1250	553	606
Belgien	1025	983	617	653
Schweden	534	571	268	290
Spanien	282	262	122	113
Canada	41	47	—	—
Italien	12	13	57	59
Andere Länder . . .	450	545	310	355
Zusammen:	33 504	36 568	21 030	24 031.

Aus Berg- und Hüttenmännische Zeitung 1900 Nr. 49.

Großbritannien 1898 . . .	205 287 000	Tonnen Kohlen
Vereinigte Staaten 1898 . .	199 525 000	" "
Preußen 1898	115 609 000	" "
Frankreich 1898	32 356 000	" "
Österreich 1898	32 031 000	" "
Belgien 1898	22 088 000	" "
Rußland 1896	9 385 000	" "
Japan 1896	5 126 000	" "
Kleinere deutsche Staaten 1898	5 621 000	" "

Die Gesamtproduktion der wichtigsten Kohlenländer betrug 1898 rund 659 190 000 Tonnen.

Die Produktion der Vereinigten Staaten von Amerika hatte einen Wert von 1 077 444 000 Fr. Diejenige Englands einen solchen von 1 617 068 000 Fr. und von Preußen 862 216 000 Fr.

Die Gesamtproduktion von Amerika, Deutschland und England beträgt 82 % der gesamten Weltproduktion, während die Einwohnerzahl dieser Länder etwa 12 % der gesamten Bevölkerung unseres Planeten ausmacht.

also, die Sache auf den heutigen Stand gebracht, wohl überall die Zahlen zum mindesten verdoppelt werden. Darnach betrug in dem genannten Jahr die Produktion in Tonnen und mit Angabe von runden Zahlen in:

1882 Zahl der Tonnen	an Eisenerz	Gußeisen	Stahl	Steinkohlenverbrauch
Großbritannien	17 Mill.	9 Mill.	2 Mill.	160 Mill.
Vereinigte Staaten . . .	9 "	5 "	2 "	86 "
Deutschland	8 "	3 "	1 "	66 "
Frankreich	4 "	2 "	0,5 "	20 "
Belgien	0,4 "	1 "	0,2 "	18 "
Österreich-Ungarn . . .	1 "	0,5 "	0,2 "	16 "
Rußland	1 "	0,5 "	0,3 "	4 "
Schweden	1 "	0,5 "	0,05 "	0,4 "
Spanien	5 "	0,05 "	0,01 "	1 "
Italien	0,5 "	0,15 "	0,1 "	0,2 "
Sonstige Länder	1 "	0,1 "	0,05 "	8 "
Zus. rund:	50 Mill.	25 Mill.	7 Mill.	400 Mill. Tonnen

Aus umstehender Tabelle ergiebt sich deutlich, daß z. B. Spanien, obwohl der viertgrößte Produzent von Eisenerz doch verhältnismäßig sehr wenig Stahl und Eisen selbst ausbringt, einfach weil ihm die Kohlen fehlen. Es muß seine Erze also nach auswärts verfrachten. Ähnlich ist's in Italien und teilweise auch in Schweden, das eine Menge Eisenerz nach England ausführt. Nur die Billigkeit seines Holzes macht es ihm möglich, einen Teil seiner herrlichen Eisenerze zu verhütten. Das umgekehrte Beispiel liefert Belgien. Dieses Land ist reich an Kohlen, aber arm an einheimischen Eisenerzen; trotzdem produziert es verhältnismäßig viel Gußeisen und Stahl, indem es das Rohmaterial aus andern Ländern, hauptsächlich aus Spanien einführt. Auch der deutsche Eisenkönig, Krupp in Essen, verhüttet viel spanisches Erz. Alle die Länder aber, in denen Kohlen fehlen, wie z. B. das Alpengebiet (Sonthofen, Kressenberg), die Schweiz, Württemberg 2c., in welchen früher ein reger

Eisenbergbau betrieben wurde, werden künftig auf solchen verzichten müssen oder haben denselben bereits eingestellt.

Die alten Hauptländer für Eisenproduktion dagegen, wie namentlich England, Deutschland, Frankreich und Belgien, werden in Zukunft ihren Eisenbergbau kaum erheblich mehr steigern können, da die vorhandenen Lagerstätten schon jetzt möglichst intensiv ausgebeutet werden, wogegen z. B. Schweden, Spanien und Rußland bezüglich Gewinnung des Rohmaterials ihre Thätigkeit beliebig vervielfachen könnten. Die Vereinigten Staaten aber, deren Kohle, Erdöl und Eisenerz in unmittelbarer Nachbarschaft und in unerschöpflichen Mengen sozusagen in die Küche hereinfällt, haben bezüglich der Eisenindustrie ohne Zweifel die denkbar großartigste Zukunft.

Dies zeigt sich aber auch schon jetzt, wenn wir die Steigerung der Eisenproduktion in den Hauptländern derselben miteinander vergleichen. So gewann z. B. England schon 1852 in 400 Hohöfen 2 Millionen Tonnen Roheisen im Wert von 150 Millionen Mark; baute es doch in Schottland und Wales zu diesem Behuf Kohlen- und Thoneisensteinflöze neben einander ab. In Schottland allein wurden damals in 150 Hohöfen gegen 1 Million Tonnen produziert. Dreißig Jahre darauf (1882) hatte sich Englands Eisenproduktion, wie die obige Tabelle zeigt, bereits vervierfacht. Auch Deutschland, obenan natürlich das Rheingebiet, steigerte seine Ausbeute in den letzten Jahrzehnten ganz ungemein. Das alles aber will nichts besagen gegenüber den Vereinigten Staaten, deren Eisenproduktion sich von 1878 bis 1882, also in dem kurzen Zeitraum von nur 4 Jahren, schon verdoppelte; und wie mag es in dieser Beziehung wohl heute aussehen?

Die Weltproduktion von Roheisen ist in den 10 Jahren von 1866—76 um 50 %, also gerade um die Hälfte gestiegen. Um abermals dieselbe Steigerung zu erreichen, brauchte sie von da an nur noch 6 Jahre. Die Weltproduktion von Stahl dagegen hat allein von 1877—1882, also in nur 5 Jahren gar um 150 %, also um das anderthalbfache zugenommen*).

---

*) Es interessiert vielleicht, bei dieser Gelegenheit zu erfahren, daß die Goldproduktion auf der ganzen Erde im Jahr 1899 10 000 Zentner oder 1 Million ℔ (500 000 kg) betragen hat. Wenn nun 1 ℔ Feingold (500 g)

Wir verlassen damit die Eisengesteine und gehen zur letzten Gruppe der „einfachen“ Gesteinsbildungen über, die wir alle unter dem früher gebräuchlichen Namen der

Kapitel VIII:

Inflammabilien

d. h. „brennbare Gesteine“, zusammenfassen können, wenn nämlich Phosphor und Schwefel davon abgerechnet wird. Letztere gehören indes schon deshalb nicht hierher, weil sie nirgends in großen Massen, d. h. wirklich gesteinsbildend auftreten. „Inflammabilien“ aber sind sie nur im uneigentlichen Sinn des Worts; denn es handelt sich bei ihnen um elementare Stoffe, welche zufällig die Eigenschaft haben, sich unter Licht- und Wärmeerscheinungen mit Sauerstoff zu verbinden. Die „echten“ Inflammabilien aber bestehen stets aus Kohlenstoff oder Kohlenwasserstoffen und zeigen schon dadurch, daß sie zu jener besonderen Art von „Gesteinen“ gerechnet werden müssen, die wir oben „organogen“ (d. h. von Lebewesen erzeugt) genannt haben. In der That müssen wir sämtlichen, nun noch aufzuführenden „einfachen Gesteinen“ diese Entstehungsart zuschreiben, so zwar, daß die einen derselben als pflanzlichen („phytogen“), die andern als tierischen Ursprungs („zoogen“) zu verzollen sind. Bei jenen handelt sich's um die Kohlen, bei diesen um die eigentlichen Bitumina (ölhaltig). Allerdings ist manchmal keine scharfe Grenze zwischen beiden zu ziehen; denn auch gewisse Kohlen sind sehr bituminös.

Ebenso wäre es durchaus verkehrt, zu meinen, alles Bitumen in der Erde müsse in tropfbar-flüssiger Form auftreten. Vielmehr gehen gewisse dicke Öle ganz unmerklich in feste Körper über, und

---

rund 1400 Mk. wert ist, so würde demnach die Goldernte eines Jahres gegen $1^1/_2$ Milliarden Mark ergeben. Dennoch beträgt der Wert des Eisens, das jährlich gewonnen wird, mehr als das Doppelte, wenn man auch nur das Roheisen in Betracht zieht und von dem so viel teuereren Stahl ganz absieht. Die Roheisenproduktion auf der ganzen Erde betrug nämlich im gleichen Jahr (1899) rund 40 Millionen Tonnen, was derzeit einen Wert von 2 bis 3 Milliarden Mark repräsentiert.

man kann in der That z. B. keine scharfe Grenze zwischen Erdöl, Naphta, Erdpech und Asphalt ziehen. Chemisch sind sie ja ohnedem alle verwandt, sofern sie sämtlich aus Kohlenwasserstoff bestehen. Auch ist nach den neueren Untersuchungen kaum mehr daran zu zweifeln, daß alle diese Bitumina von Tieren (oft sehr kleinen, wie Korallen, Infusorien ꝛc., deren Masse dann ölbildend wirkt) herstammen, wogegen die Kohlen sicher nur Pflanzen zu Erzeugern haben.

Das würde also eine gute Einteilung zwischen beiden gewähren. Da aber eigentlich doch nur die Kohlen wirklich gesteinsbildend auftreten, so ziehen wir vor, diese hier näher zu behandeln und die Bitumina mehr nur anhangsweise aufzuführen.

Jene aber, mit denen wir also die Reihe unserer „einfachen Gesteine“ abschließen, fassen wir am besten als

I. Kohlengesteine

zusammen und unterscheiden hauptsächlich die vier folgenden Arten ihres Vorkommens: Torf, Braunkohle, Steinkohle und Anthrazit, welch letzterem wir als etwas chemisch nahe verwandtes und doch zugleich wieder vollständig für sich bestehendes den Graphit angliedern. Beginnen wir mit dem

a) Torf,

so kennt wohl jedermann dieses Brennmaterial, das neuerdings wieder mehr zu Ehren zu kommen scheint, zugleich aber auch für andere Zwecke (Torfmull, Torfstreu) Verwendung findet. Es ist ein bald lockeres bald mehr zusammengepreßtes, festes Gewebe von Pflanzenfasern (Stengeln, Blättern und sonstigen Pflanzenteilen), die in stehendem Wasser, also unter Abschluß der Luft, sich unvollständig zersetzen. Die Pflanzenform zeigt sich daran um so deutlicher erhalten, je weniger die Lager zusammengepreßt sind, und je weniger weit der Zersetzungsprozeß fortgeschritten ist. Hat die Pressung und Zersetzung einen sehr hohen Grad erreicht, so sieht der Torf oft einer Braunkohle zum Verwechseln ähnlich und geht auch wohl in solche über, wie dasselbe auch von der Beziehung dieser zur Steinkohle zu sagen ist. Auch hier lassen sich nirgends

in der Natur scharfe Grenzen ziehen, um so weniger, als die Entstehung und Bildung dieser verschiedenen Kohlen wohl überall und in allen Erdperioden so ziemlich auf dieselbe Weise vor sich gegangen ist, wie wir dies schon im „grundlegenden" Teil ausgeführt haben. Auch die jeweilige Farbe der betreffenden fossilen Brennstoffe hängt wesentlich damit zusammen. So wechselt z. B. die Färbung des Torfs von lichtbraun bis pechschwarz, je nachdem Zersetzung und Druck kürzer und schwächer oder länger und stärker auf das betreffende Lager eingewirkt haben.

Die Torflager treten bald vereinzelt auf, bald aber bedecken sie auch ungeheure, viele Quadratmeilen große Gebiete; doch scheint ihre Bildung an Länder mit gemäßigtem Klima geknüpft zu sein, da z. B. in den Tropen kaum derartiges vorkommt. In sumpfigem Untergrund „wächst" aber der Torf an geeigneten Stellen so rasch und nimmt solche Ausdehnung an, daß man ihn in der That, wenn auch nicht als „gesteins-", so doch als boden- oder schichtenbildend für die Erdoberfläche bezeichnen kann; können doch solche Lager unter günstigen Umständen zu einer Mächtigkeit von vielen Metern anschwellen.

Der Art und Weise seiner Bildung gemäß kann der Torf nur vorkommen, wo stagnierende Wasser mit starker Sumpfvegetation sich finden. Dies aber ist nicht nur im flachen Lande und niederer Meereshöhe der Fall, wie in den großen Torfmooren von Norddeutschland, Ostfriesland, Holland &c.; sondern ganz ebenso giebt es auch auf Hochebenen und selbst auf Gebirgen Torflager, wenn gerade günstige Verhältnisse für deren Bildung zusammenwirken. So ist bekanntlich nicht nur die oberschwäbisch-bayrische Hochebene sehr reich an diesem Brennmaterial, sondern kleinere Torflager finden sich auch auf dem Schwarzwald (bei Dürheim, am wilden See &c.), dem Brocken (Harz), in den Alpen &c. Ja sogar die sonst vollständig wasserlose schwäbische Alb weist bei Schopfloch, O.A. Kirchheim, ein kleines Torfmoor (allerdings auf wasserhaltigem tertiären Untergrund, wahrscheinlich dem Krater eines alten Vulkans) auf.

Je nach den Pflanzenarten, aus denen der Torf entsteht und eben damit auch besteht, pflegt man von Moostorf, Wiesentorf, Heidetorf &c. zu reden. Der erstgenannte bildet jedenfalls

die Hauptmasse, da fast alle unsere Torfmoore von dem sogenannten Torfmoos (Sphagnum) besiedelt sind, deren Stengel und Wurzeln nach und nach zu einem kohligen Filzpolster unter Wasser zusammengepreßt werden. Je nach der Beschaffenheit der Masse dagegen unterscheidet man Pechtorf, Papiertorf, Torferde u. s. w. Letztere wird vielfach als Schlamm aus dem moorigen Grunde des Wassers geschöpft und dann in eisernen Formen zu viereckigen Stücken gepreßt, was den sogenannten Preßtorf abgiebt.

Um einen Begriff von der Wichtigkeit und dem Wert dieses Brennmaterials zu geben, sei nur angeführt, daß z. B. Württemberg allein in Oberschwaben einen Vorrat von mindestens 2400 Millionen Zentner nassen = 800 Millionen Zentner (rund 40 Millionen Tonnen) lufttrockenen Torfes in seinem Boden besitzt. Rechnet man nun auch als Abgang infolge des Stechens, Trocknens, Verladens u. s. w. etwa den siebten Teil, so bleibt immer noch die Nettosumme von rund 36 Millionen Tonnen dieses Brennmaterials übrig, das nach Abzug aller Kosten einen Reinwert von rund 150 Millionen Mark darstellt, ein wahrlich nicht geringer Schatz, der in dem, an fossilen Kohlen leider völlig armen Lande noch unter der Erde begraben liegt.

Viel wichtiger als der Torf ist in technischer Hinsicht

b) die Braunkohle (Lignit),

eine dichte, erdige, holzige oder fasrige Kohlenmasse von brauner bis pechschwarzer Farbe, die vielfach noch in vortrefflicher Weise die Struktur der Pflanzen zeigt, aus welchen sie entstanden ist. Wir haben dabei nicht an die zwerghafte Vegetation zu denken, die heute unsern Torf erzeugt (Moos, Riedgräser, Heidekraut u. dgl.), noch viel weniger an die wunderlichen Siegel- und Schuppenbäume, an die Riesenfarne und Schachtelhalme der paläozoischen Zeit, welcher wir die Steinkohle verdanken, sondern an Laub- und Nadelholzwälder, wie sie, den heutigen schon ähnlich, in der sogenannten Tertiärzeit auf Erden gewachsen sind. Das Material derselben wurde übrigens wohl unter ganz ähnlichen Verhältnissen wie der Torf, nämlich durch Ablagerung auf dem Grund sumpfiger Wasser durch langsame, unvollständige Zersetzung unter (teilweisem) Ausschluß der Luft gebildet.

Der Art ihres Vorkommens nach unterscheidet man auch bei der Braunkohle allerlei Sorten. Man redet von Pechkohle, Moorkohle, Nadelkohle, Papierkohle (Dysodil), holziger Braunkohle, Erdkohle (sogen. Umbra) u. dgl. Zugleich sei bemerkt, daß die meisten dieser Sorten einen ziemlichen Gehalt von Bitumen besitzen und demnach zur Herstellung von Öl, Paraffin und sonstigen Leuchtstoffen benützt werden können.

Die Braunkohle bildet Flöze, d. h. zusammenhängende, ausgedehnte Lager im (mittleren) Tertiärgebirg, ist wie die Steinkohle meist von einem Schieferthon umhüllt, kommt häufig zusammen mit Eisengesteinen vor, wodurch natürlich ihr Wert erheblich gesteigert wird, und erreicht manchmal eine Mächtigkeit von 20 m und darüber (bei Köln finden sich 25—30, bei Zittau gar 35 m dicke Schichten). Da sie meist viel oberflächlicher liegt als die Steinkohle, so ist ihr Abbau auch leichter und einfacher. So wird z. B. die berühmte „Umbra" in der Gegend von Köln in 2—3 m mächtigen Lagern durch Tagbau gewonnen.

Hauptbraunkohlenländer in Europa sind Böhmen (bei Teplitz und Eger), Preußen (zwischen Elbe und Oder, bei Halle und Halberstadt, dann wieder am Rhein zwischen Bonn und Köln), Hessen und Sachsen. Auch die Alpenländer sind nicht leer ausgegangen; so wird am nördlichen Rand dieses Hochgebirges von Österreich (Häring in Tirol) und Bayern (Miesbach rc.) seit lange Bergbau darauf getrieben; aber auch die Südalpen weisen einzelne Flöze auf (Monte Bolca bei Verona rc.). Selbst das ferne Island baut unter dem Namen „Surturbrand" seit alter Zeit Braunkohlen ab, was für die hochnordische, an Brennmaterial so arme Insel von hoher Bedeutung ist. Neuerdings wird auch aus Japan gemeldet, daß dieses Land nicht nur mit Stein-, sondern ebenso mit Braunkohlen reich gesegnet sei. Nur in Württemberg fehlt bis jetzt neben der Stein- auch die Braunkohle, wenn auch bald da bald dort in seinen miocänen Sanden und Thonen einzelne Nester von letzterer gefunden werden. Dagegen hat Frankreich manche abbauwürdige Braunkohlenlager, und ebenso mangelt es den Vereinigten Staaten nicht an solchen.

Kann sich auch Wert und Menge dieses Brennstoffs mit dem der Steinkohle kaum annähernd messen, so ist die Ausbeutung und

technische Verwendung desselben doch in keiner Weise zu unterschätzen. Hat doch Preußen allein schon im Jahre 1852 ca. 1 Million Tonnen ausgebracht, eine Produktion, die heute aufs doppelte und dreifache gestiegen sein dürfte. Unendlich bedeutender freilich für die Industrie ist

c) die Steinkohle (Schwarzkohle),

eine in der Regel fettglänzende, samt- oder pechschwarze Kohlenmasse von 75—90 % Kohlenstoff und geringerem Bitumengehalt als die Braunkohle. Beim Brennen backt sie bald schmelzend zusammen (Backkohle), bald sintern die Stücke nur aneinander (Sinterkohle); manchmal lassen sie auch einen erdigen, sandartigen Rückstand im Ofen (Sandkohle).

Entstehung der Steinkohle.

In der dichten Steinkohle sieht man nicht nur unter dem Mikroskop meist noch die Zellen der Pflanzen, aus denen sie entstund, sondern manchmal liegen auch noch wohlerhaltene, mächtige

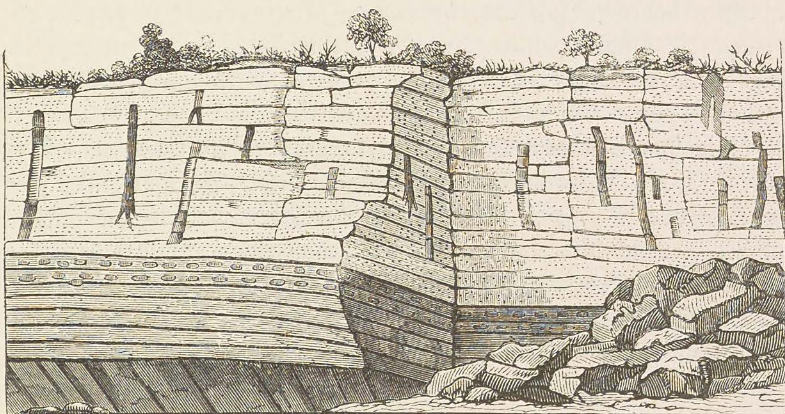


Fig. 31. Aufrecht stehende Stämme in den Steinkohlenlagern von St. Étienne (Südfrankreich).

„Baum"stämme in sie eingebettet, die keinen Zweifel über ihre Entstehung aufkommen lassen (vgl. uns. Fig. 31). Noch zahlreicher aber hat der schwarzgraue Schieferthon, der alle Steinkohlenflöze umlagert, die Reste der Gewächse uns aufbewahrt, welche die alten

Steinkohlen„wälder“ zusammensetzten; findet man doch darin, oft in ungeheurer Menge und wunderbarer Pracht, Blätter von Farnkräutern, Stämme von Siegel- und Schuppenbäumen, riesige Schachtelhalme und Araucarien (tropische Tannenarten) erhalten, die deutlich zeigen, daß auch die gesamte Steinkohle phytogenen Ursprungs ist.

Nur freilich sind es keine „Bäume“ gewesen, wie sie in unsern heutigen Wäldern (auch nicht den tropischen) wachsen, sondern ganz andere, uns völlig fremdartig anmutende Formen, von denen in die jetzige Flora nur elende, liliputartige Nachzügler noch hereinragen. Und doch muß solch ein Steinkohlen„wald“ ein für unsere Begriffe höchst einförmiges und langweiliges Aussehen gehabt haben, da wahrscheinlich nicht eine einzige blühende Pflanze darin zu finden war.

Den Boden, auf dem diese, meist hochstengligen, rasch aufschießenden und ebenso rasch wieder dahinwelkenden Gewächse, allerdings oft zu riesiger Höhe (vgl. die noch aufrecht stehenden Stämme von solchen „Bäumen“ aus der Steinkohlenzeit auf unserer Fig. 31) gediehen, hat man sich als eine Sumpflandschaft zu denken, in welcher die Pflanzen unter Wasser unvollständig verwesten und so ihren jetzt so schätzbaren Kohlenstoff uns erhielten (vgl. darüber im „grundlegenden Teil“, S. 121).

Die im „Steinkohlengebirg“ vorkommenden Pflanzenreste lassen keinen Zweifel mehr darüber zu, daß die Schichten, in welchen sich die Hauptmasse unserer „Steinkohle“ abgelagert hat, in der paläozoischen Zeit sich bildeten, wie wir denn auch eine unter den verschiedenen, ihr angehörigen Formationen insonderheit mit dem Namen der „Steinkohlenformation“ („Carbon“; carbo, lat. „Kohle“) zu belegen pflegen.

Nur darf man nicht meinen, daß bloß zur „Steinkohlenzeit“ solche Pflanzen gewachsen seien, und nur damals sich Kohlen gebildet haben. „Versteinerte Kohlen“ können selbstverständlich in allen Flözformationen vorkommen, da sicherlich in allen Perioden der Erde Pflanzen wuchsen, die, unter günstigen Verhältnissen d. h. auf moorigem Grund abgelagert, „verkohlen“ konnten und mußten. In der That liefern auch fast alle Sedimentgebirge solche Kohlen, die von der eigentlichen d. h. der Carbonzeit entstammenden „Stein-

kohle" sich so gut wie gar nicht unterscheiden. Und wenn auch allem nach weder vorher noch nachher die Bedingungen für Kohlenbildung auf der Erdoberfläche so günstig waren wie eben in jener „Steinkohlenzeit", so finden sich doch in älteren und jüngeren Formationen z. B. in der Trias (Keuper, „Lettenkohle", deren Name sogar daran erinnert), in Jura und Kreide, aber auch schon im Devon hin und wieder Kohlenflöze abgelagert, die mit der besten „Steinkohle" wetteifern und daher auch eifrig ausgebeutet werden. In Österreich z. B. baut man eine Liaskohle ab, die einen recht bedeutenden Ruf genießt und für die Industrie des Kaiserstaats nicht hoch genug anzuschlagen ist; in England und Hannover gewinnt man die sogenannte Wealden- („Wälderthon"-)Kohle aus der untersten Kreide.

Aber allerdings denken wir, wenn der Name „Steinkohle" genannt wird, eigentlich doch nur an diejenigen fossilen Kohlen, deren Heimat und Bildungsstätte eben der großen „Steinkohlenformation" angehört. Mit vollem Recht; denn 90 % aller für die Industrie heutzutag verwerteten Steinkohle gehört hierher. Sind doch auch die Kohlenmassen, die sich dazumal, wohl in ganz ähnlicher Bildungsweise wie später die Braunkohle oder heute der Torf und wie alle zu „Kohle" gewordenen Pflanzenstoffe, unter dem Boden aufgehäuft haben, so gewaltig, daß die Menschheit, wie man berechnet hat, noch Jahrtausende davon zehren kann. Sie treten auch da, wo sie überhaupt vorkommen, wirklich gesteinsbildend auf, so daß man alles Recht hat, diese ehemaligen Pflanzen unter den „Gesteinen" der Erdoberfläche mit aufzuführen.

Immerhin aber wäre es ein großer Irrtum, zu meinen, daß zur Steinkohlenzeit Gebiete unseres Planeten in der ununterbrochenen Ausdehnung auch nur etwa von Europa mit Pflanzenwuchs bedeckt gewesen seien. Ist doch auch in dieser Beziehung ausgerechnet worden, daß sämtliche Steinkohlenlager der Erde zusammengenommen noch nicht $^1/_{100}$ ihrer Oberfläche bedecken würden.

Verschiedene Arten der Steinkohle.

Betrachtet man sich nun die Masse der „Steinkohle" genauer, so unterscheidet man hinsichtlich ihres Aussehens, ihrer Struktur und ihres Vorkommens eine ganze Anzahl von Sorten, deren

wichtigste etwa die Glanzkohle, die Grobkohle, die Schieferkohle, die Kännelkohle,*) die Rußkohle und die Faserkohle sein mögen, Namen, die wir wohl kaum näher zu erklären brauchen.

In technischer Hinsicht pflegt man im allgemeinen fette (kohlenstoffärmere, aber bitumenreichere) und magere (kohlenstoffreichere, aber bitumenärmere) Sorten auseinander zu halten, die dann natürlich auch, je nach dem Gebrauch, den man davon machen will, ausgewählt werden. Soll z. B. wesentlich die Hitzkraft der Kohle zur Verwendung kommen, so wird man sich „magerer“ Sorten bedienen, wozu allermeist der Anthrazit gehört. Sieht man aber in erster Linie auf den Lichteffekt, so sind natürlich die „fetten“ Arten vorzuziehen. Oder aber man zieht zuerst das Bitumen (die leuchtenden Öle) aus den Kohlen heraus und benützt dann den Rückstand als Brennmaterial. Dies geschieht durch die Koksbereitung, die in allen Steinkohlenländern heutzutag einen der wichtigsten Industriezweige darstellt und, wie bekannt, auch in jeder Gasanstalt zur Anwendung kommt.

Wir haben vorhin von Anthrazit gesprochen, und oft genug wird die Art Kohle, die er darstellt, wirklich von der eigentlichen „Steinkohle“ geschieden und besonders neben dieser aufgeführt. Es dürfte aber doch angezeigt sein, denselben einfach den übrigen Steinkohlen beizuordnen, da er häufig durch Abnahme seines Kohlenstoffs und Aufnahme von Bitumen in echte Steinkohle übergeht, überhaupt so viele Mittelstufen zwischen beiden vorkommen, daß eine scharfe Grenze nicht gezogen werden kann. Auch findet er sich in derselben Weise wie die Steinkohle und mit ihr zusammen in den Hauptkohlenländern in Flözen gelagert vor und ist zweifellos manchmal aus der Stein-, ja selbst aus der Braunkohle (durch Entfernung ihres Bitumengehalts) entstanden, wie denn überhaupt die verschiedenen Kohlensorten diese ihre Verschiedenheit nach Aussehen und Zusammensetzung meist sei's infolge ihres (größeren oder kleineren) Alters, sei's infolge des (geringer oder stärker) auf ihnen lastenden Drucks erhalten haben.

*) Eigentlich Candle- (candela, „die Kerze“) Coal, weil sie viel Leuchtgas enthält; man könnte sie ihrem Aussehen nach sehr passend auch „Mattkohle“ heißen.

Dagegen bildet der echte Anthrazit chemisch betrachtet d. h. durch die vorherrschende Menge seines Kohlenstoffs in gewissem Sinn wieder den Übergang zu einer von den eigentlichen „Kohlen“ jedenfalls durchaus zu trennenden und weiter unten noch aufzuführenden Gesteinsart: dem Graphit.

Der Anthrazit ist eine eisen- bis samtschwarze, glas- bis halbmetallisch glänzende, spröde Kohlenmasse mit über 90 % Kohlenstoff, zugleich das härteste aller Kohlengesteine, für Heizungszwecke daher ein ganz vorzügliches Material. Er kommt bald in selbständigen ausgedehnten Flözen bald mit der eigentlichen Steinkohle vergesellschaftet in allen größeren Kohlenbezirken der Erde vor, so namentlich in Belgien, Westphalen, England und Nordamerika.

Die Hauptkohlenländer.

Damit haben wir aber bereits einige der hervorragendsten Länder genannt, in welchen die Steinkohlenformation sich findet und nutzbare Kohle liefert.

Weitaus in erster Linie kommt hier Großbritannien, dessen Steinkohlenausbeute (in Wales, Schottland, Mittel- und Nordengland) noch immer nahezu die Hälfte der gesamten Weltproduktion ausmacht, wenn auch nicht verschwiegen werden darf, daß dieses Land in absehbarer Zeit die Palme an die Vereinigten Staaten wird abgeben müssen. Während nämlich in England die Kohlenförderung kaum mehr einer Steigerung fähig ist, befindet sich die Union eigentlich erst am Anfang derselben und kann die Produktion ihrer ungeheuren Vorräte ganz nach Belieben vervielfachen, scheint dies auch in weit rascherem Maßstab zu thun als irgend ein anderes Kohlenland der Erde. Wohl sind die Einrichtungen, die Kohle zu gewinnen und zu verfrachten, in England noch immer am großartigsten und geradezu raffiniert ausgedacht. Alle bedeutendere Kohlenfelder sind durch Kanäle mit den großen Städten des Landes und den Industriezentren verbunden. Wo aber die Kohlenflöze in der Nähe des Meeres „ausbeißen“ — und vielfach hat in England die Natur selbst diese günstige Lage geschaffen —, da ist durch den billigen Wassertransport an und für sich schon dafür gesorgt, das kostbare Brennmaterial überall hin ohne Mühe zu schaffen. Und

so werden in der That gerade die letztgenannten Gruben mit ganz besonderem Eifer ausgebeutet.

Die berühmtesten dieser Art sind wohl diejenigen von Whitehaven (Wales), die in Bau und Ausdehnung den Katakomben von Rom gleichen. Die Galerien, auf massive Kohlenpfeiler von 2 bis 3 m Höhe gestützt, gehen 1000 m unter dem Meer fort, dessen Brandung man über sich hört, das sogar zuweilen einbricht und dann, wie im September 1837, Mannschaft und Gruben ersäuft. Aber gerade diese „Meerflöze" gelten als die besten. Ganz ähnlich ist der Abbau der großen Northumberlandlager, die hauptsächlich Newcastle mit Kohle versorgen und den Weltruf dieser Industriestadt begründet haben. Indes gerade von diesem Kohlenfeld war schon in den 50er Jahren mehr als die Hälfte ausgebeutet.

Erschöpflichkeit der Kohlenvorräte.

Und was sollte aus einer Gegend werden, in der heutzutag mehr Leute unter als über der Erde Beschäftigung finden, wenn einmal die Grundlage dieser ganzen Erwerbsthätigkeit zu Ende ginge? Kein Wunder, daß man gerade in England in dieser Beziehung schon mit Bangen in die Zukunft geschaut hat, da nicht nur, wie oben erwähnt, die Kohlenproduktion thatsächlich an der Grenze des Möglichen angelangt ist, sondern auch wirklich, wie das eben Mitgeteilte zeigt, die Vorräte des Landes einer Erschöpfung zuzutreiben drohen. Man hat sich denn auch des öfteren schon mit diesen Fragen beschäftigt, und 1871 wurde sogar von staatswegen eine parlamentarische Kommission mit der Untersuchung der Sache betraut, nachdem 10 Jahre vorher ein englischer Gelehrter den Gesamtvorrat der noch unter der Erde befindlichen Kohlen auf 80 000 Millionen Tonnen berechnet hatte. Wohl kam dann jene Parlamentskommission auf die etwas günstigere Ziffer von rund 150 000 Millionen Tonnen, aber zehn Jahre nachher (Januar 1882) wurde diese Summe von einem andern Techniker abermals auf 90 000 Millionen herabgedrückt.

Nun ist es zwar selbstverständilich unmöglich, hier ganz genaue Zahlen anzugeben, gerade so unmöglich, als man bestimmt und ziffermäßig zum voraus sagen kann, in welchem Prozentsatz in

Zukunft die Verbrauchsmenge sich steigern wird. Immerhin lautet's bedenklich genug, wenn wir zu hören bekommen, daß die Kohlenvorräte Englands, falls der Konsum sich in der Weise steigert, wie seit den letzten 20 Jahren, nur noch 360, ja nach andern gar nur noch 280 Jahre vorhalten werden. Zu letzterer Zahl (etwa 200 bis 300 Jahre) gelangt auch der Breslauer Professor und Geologe Fritz Frech, der sich neuestens eingehend mit diesen Fragen beschäftigt hat. Während nach ihm die Kohlen Großbritanniens also noch ca. 250 Jahre reichen werden, ist z. B. Preußen in dieser Hinsicht entschieden günstiger daran. Denn dessen rheinische Kohlen (links und rechts des Stroms) reichen noch 800, die oberschlesischen gar noch 1000 Jahre. Denn hier liegen 90 Milliarden Metertonnen Kohle unter dem Boden, wahrscheinlich mehr als in ganz Großbritannien zusammen. Noch günstiger steht Nordamerika mit ca. 700 Milliarden; nur ist hier der Verbrauch ein weit größerer, so daß diesem Land sein fossiles Brennmaterial schon nach 700 Jahren ausgehen wird. In China dagegen liegt, soweit bis jetzt bekannt, Anthrazit allein in einem Quantum von 630 Milliarden Metertonnen, wozu noch ebenso viel bituminöse Kohle kommt. Frech glaubt daraus den Schluß ziehen zu dürfen, daß, wenn in ca. einem Jahrtausend der europäische und amerikanische Kohlenvorrat völlig erschöpft sei, das chinesische Gebiet der Provinz Schanti zum Zentrum der Weltindustrie herangeblüht sein werde, wenn, setzen wir hinzu, der menschliche Erfindungsgeist, der Not gehorchend, bis dahin nicht neue Quellen entdeckt und ausgeklügelt hat, die als Kraftspender an die Stelle der Kohle treten können.

Immerhin wird das gegenwärtig am meisten Kohlen fördernde und darum auch zweifellos zur Zeit industriereichste Land, Großbritannien, über kurz oder lang in dieser Beziehung von Preußen und insbesondere von Nordamerika überflügelt sein.

Amerikanische Kohlenlager.

Denn hier kennt man derzeit sieben große Steinkohlendistrikte, von denen eines auf Canada, die übrigen 6 aber alle auf die Union kommen, davon aber eigentlich erst das pennsylvanische gründlicher ausgebeutet wird. Die andern sind noch mehr oder weniger „jungfräulicher Boden“ und bergen zugleich solch un-

geheure Kohlenschätze in der Tiefe, daß alle in Europa sich findenden Kohlenlager gar keinen Vergleich damit aushalten können. Nimmt man hinzu, wie außerordentlich günstig meist in diesen amerikanischen Kohlenlagern der Abbau ist und wie neuerdings durch Entdeckung der gewaltigen Erdöl- und Gasquellen weitere und noch billiger zu beziehende Brennstoffe jenem Lande erschlossen worden sind, so ist der riesige Aufschwung der Vereinigten Staaten in industrieller Hinsicht eine sehr begreifliche Sache.

Bei Pittsburg z. B., dem Zentrum der Eisenindustrie in der Union, wo die schiffbaren Flüsse Monongahela und Alleghany zusammen den Ohio bilden, „beißt“ der Kopf des 3 m mächtigen „Pittsburger Flözes“ an den Thalgehängen „aus“. Die Bewohner dürfen also nur vom Tag aus horizontale Strecken in den Berg treiben, die sich selbst entwässern. Zehn deutsche Meilen südlich davon geht dasselbe Flöz genau im Spiegel des Monongahela zu Tag: die Kohlenkarren gleiten von selbst auf der sanftgeneigten Fläche zu den harrenden Schiffen am Mundloch der Strecke. Bequemer konnte es die Natur wahrhaftig nicht machen. Und dieses einzige Flöz verbreitet sich über Pensylvanien, Virginien und Ohio in einer Ausdehnung von über 14000 englischen Quadratmeilen. Und trotzdem zog man es in Pittsburg bis heute vor, die Kessel und Hohöfen mit Gas oder Erdöl zu heizen, das fast kostenlos von den natürlichen Quellen aus in Röhren zur Stadt geleitet wird!

Man sollte meinen, ein derartig von der Natur mit Kohlen-, Eisen- und Ölschätzen gesegnetes Land habe keinerlei Konkurrenz zu fürchten. Und doch scheint, den Berichten neuerer Reisender zufolge, ein anderes, nämlich das „himmlische Reich“ der Chinesen in dieser Hinsicht noch günstiger daran zu sein. In China nämlich bedeckt die produktive Steinkohle noch größere Gebiete, und die Bequemlichkeit ihrer Ausbeute ist mindestens ebenso groß wie in den Vereinigten Staaten. Denn nicht nur werden auch jene Bezirke von großen, schiffbaren Flüssen durchströmt, sondern die Kohle selbst liegt fast noch oberflächlicher als in Amerika, und Eisen und Erdöl gleichzeitig in Hülle und Fülle daneben! Außerdem aber sind diese chinesischen Lager, obwohl seit uralter Zeit schon für den menschlichen Haushalt benützt, bis jetzt so gering und in solch primitiver Weise ausgebeutet worden, daß man z. B. erst seit einigen

Jahren zur Förderung der Kohle Dampfmaschinen aufzustellen gelernt hat. Welch eine Steigerung der Produktion ist da zu erwarten, wenn erst die bezopften Bewohner jenes Landes die Hilfsmittel der modernen Technik für Hebung ihrer unterirdischen Schätze voll in Anwendung bringen, was ja sicher nicht ausbleiben wird.

Europäische Kohlengebiete.

Doch kehren wir auf den uns näher liegenden Boden des alten Europa zurück und sehen uns noch ein bischen um in den Hauptkohlenländern unseres eigenen Erdteils. Unmittelbar an England schließt sich hier das deutsche Reich, und zwar weitaus in erster Linie Preußen an, das an der Ruhr, an der Saar, am Rhein, in Westphalen und Schlesien unerschöpflich scheinende Vorräte von Steinkohlen besitzt. Interessant ist es dabei, zu hören, wie es zu seinen Hauptkohlenschätzen fast durch einen Zufall gekommen ist. Die Wiener Kongreßakten sprachen (1814) dem Königreich Preußen all jene Gebiete zu, die jetzt die weitaus meisten Kohlenmassen liefern. Hätte man damals geahnt, welche Reichtümer an der Saar und am Rhein unter dem Boden versteckt liegen, so wäre sicherlich die „Karte Europas" etwas anders gestaltet worden, und allermeist hätte Frankreich sich auch einen Teil davon zuschreiben lassen.

Wie durch eine Ironie des Schicksals ist aber gerade das letztere Land fast ganz leer dabei ausgegangen, wogegen Belgien recht günstig wegkam. Denn die Kohlenlager in jenen Gegenden, ohne Zweifel einst mit den englischen in Zusammenhang stehend, gehen fast alle von der Rheinprovinz nach Belgien hinüber, hören aber hart an der französischen Grenze auf; nur bei Valenciennes ist noch ein kleiner Spickel für unsere westlichen Nachbarn abgefallen.

Trotzdem nimmt Frankreich die dritte Stelle unter den kohlenproduzierenden Ländern Europas ein, wobei freilich seine Ausbeute sofort auf den dritten Teil der preußischen sinkt, wie die folgende Tabelle zeigen wird. Sein Hauptkohlenrevier liegt bei St. Etienne (westlich Lyon), von wo aus Kanäle nach allen größeren Industriezentren des Landes den „schwarzen Diamant"

weiter fördern. Immerhin kommt das kleine Belgien seinem so viel größeren Nachbarstaat an Kohlenausbeute fast gleich.

Die übrigen europäischen Staaten können wir hier übergehen, höchstens wäre noch Östreich-Ungarn zu erwähnen, das an Steinkohlenproduktion ungefähr Frankreich und Belgien gleichsteht. Nur erinnern wir bei dieser Gelegenheit nochmals daran, daß ein großer Teil dieser östreichischen und namentlich der ungarischen „Stein“-kohle nicht der eigentlichen Steinkohlenformation entnommen, sondern Jurakohle ist, so im Banat, bei Fünfkirchen und in den Nordalpen.

Unter den einzelnen deutschen Staaten ist nächst Preußen insbesondere Sachsen und die Pfalz zu erwähnen, die von Saarbrücken her noch einige größere Flöze erhalten hat. Süddeutschland ist so gut wie ganz leer ausgegangen; denn die paar im südlichen Schwarzwald (Baden) in den Gneis eingeklemmten Kohlenschmitzen kommen für den Weltverkehr gar nicht in Betracht. Wo aber heutzutag Steinkohle fehlt, da hat auch die Industrie einen mehr oder weniger harten Stand. Umgekehrt fallen die großen Industrieplätze jeweils mit den großen Kohlenlagern zusammen; man darf in dieser Beziehung nur die Namen „Dortmund“, „Essen“, „Bochum“, „Saarbrücken“, „Neunkirchen“, „Chemnitz“ ꝛc. nennen.

Lagerung der Steinkohlen.

Noch müssen wir darauf aufmerksam machen, daß auch die Steinkohle, wie dies übrigens schon aus dem bisher Gesagten zu entnehmen war, fast durchweg in Form von Flözen auftritt. Es hängt dies mit der Art ihrer Entstehung zusammen, die wir uns ganz in derselben Weise zu denken haben, wie diejenige von Braunkohle und Torf. Selbstverständlich dürfen wir, wie ebenfalls schon angeführt wurde, bei den Steinkohlen„wäldern“ nicht an Wälder im heutigen Sinn des Worts denken. Diese könnten eine derartige Masse von Kohlenstoff unmöglich erzeugen oder erzeugt haben. Ist doch berechnet worden, daß ein deutscher Hochbuchenwald, in Kohle verwandelt, nach 100 Jahren erst eine Schicht dieses Brennstoffs von 5—6 mm Dicke abgeben würde*). Und nun haben

*) Nach Berechnung von Chevaudier (Vonhards Jahrbuch 1844, p. 843.)

wir Steinkohlenflöze von 5—10, mitunter 10—20 m Mächtigkeit; ja an einzelnen Plätzen, wie z. B. in St. Étienne, schwillt die Steinkohle auf eine 80—90 m dicke Masse an.

Ist wohl auch an solchen Orten (z. B. den sogen. Swamps in Nordamerika) die Sache kaum anders als durch Zusammenschwemmung zu erklären, so zeigen doch weitaus die meisten Steinkohlenflöze durch ihre Lagerung zweifellos an, daß die Pflanzen, die uns diese Brennstoffe geliefert, eben da einst gewachsen sein mußten, wo wir jetzt ihre Kohle aus dem Boden holen. Die Vorräte können also nur dadurch in solcher Menge aufgehäuft worden sein, daß wir uns eine raschwachsende üppige Vegetation auf Sumpfland zu denken haben, die sie lieferte.

Mögen auch in dieser Hinsicht die Wachstumsverhältnisse zur Tertiärzeit noch günstiger gewesen sein, sofern die Braunkohlenflöze als solche eine weit größere Mächtigkeit zeigen als diejenigen der Steinkohle (dort durchschnittlich 15—20, hier dagegen nur 3—4 m das einzelne Flöz), so sind doch, im ganzen betrachtet, die Steinkohlenmassen unendlich viel größer als diejenigen aus den späteren Formationen, z. B. der Tertiärzeit.



Fig. 32. Vielfach verworfenes Kohlenflöz in Blancy (Frankreich).

Dies erklärt sich höchst einfach dadurch, daß in den Braunkohlengruben fast immer nur ein einziges, oder höchstens ein paar Flöze über einander vorkommen, wogegen die Steinkohle meist mehrere Dutzend solcher Flöze (in der Regel 20—30, manchmal

aber über 100) aufweist, die, durch Thon-, Sand- oder Kalkschichten getrennt, in schönster Reihe eins über dem andern, lagern. Ist ein derartiges Flöz auch nur 1 m dick, so verlohnt sich sein Abbau vortrefflich; hin und wieder nimmt man sogar Flöze von 0,4 bis 0,5 m Dicke in Angriff.

Abbau der Steinkohle.

Freilich muß bei dem Abbau sehr genau das „Streichen" und etwaige „Verwerfung" der Flöze in Betracht gezogen werden. Denn öfters sind auch diese Schichten völlig durcheinander geworfen (vgl. unsere Fig. 32, S. 203), so daß das „Trum" da und dort auszugehen

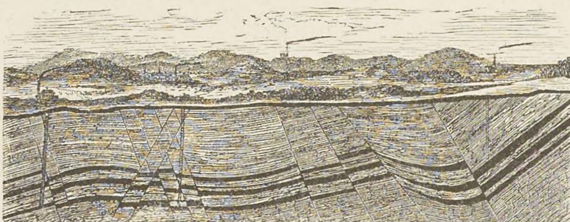


Fig. 33. Querschnitt einer Kohlengrube, in der 3 übereinander gelagerte Kohlenflöze abgebaut werden.

scheint. Über den Abbau in einem Steinkohlenwerk selbst sowohl im Querschnitt der Gruben als auch „vor Ort" geben die beiden weiteren Figuren einigen Aufschluß (Fig. 33 u. 34).

In jedem Fall zeigt dieser Vergleich zwischen den beiden Haupt-



Fig. 34. Arbeit des „Kohlenhäuers" in seiner Grube „vor Ort".

massen von Brennstoff, den der Mensch aus dem Mineralreich sich nutzbar gemacht hat, eben durch diese ihre Lagerungsverhältnisse, daß wir uns die Zeit, während welcher sich die Steinkohlen abgelagert haben, als eine ungleich längere vorstellen müssen, als die-

jenige war, welche die Braunkohle erzeugte, mit andern Worten, daß die Dauer der Steinkohlenformation diejenige der mittleren Tertiärperiode um ein beträchtliches muß überragt haben.

Gegenwärtiger Stand der Kohlenförderung.

Wir geben nun noch ein paar statistische Zahlen hinsichtlich der gegenwärtigen Weltproduktion von Kohle (Stein- und Braunkohle zusammengenommen), sowie eine vergleichende Übersicht bezüglich der Heizkraft unserer wichtigsten Brennstoffe. Zu gleicher Zeit weisen wir auf die frühere Tabelle über die Eisenproduktion zurück (S. 185 u. 186), in welcher ja auch schon der Kohlenverbrauch der Hauptproduktionsländer mit Zahlen beigefügt ward. Die folgende Tabelle dagegen soll in erster Linie einen Einblick geben in die Steigerung der Kohlenausbeute nach den letzten Jahren.

Darnach betrug die Kohlenproduktion in den wichtigsten Kohlenländern der Erde in runden Zahlen nach Millionen Tonnen angegeben in den letzten Jahren (1876 bis 1884) etwa folgende Summen:

Staaten	Jahr	Tonnen	Jahr	Tonnen	Jahr	Tonnen
Großbrit. u. Irland	1879	134 Mill.	1881	154 Mill.	1884	160 Mill.
Vereinigte Staaten .	1877	54 „	„	77 „	„	107 „
Deutschland . . .	1877	48 „	„	62 „	„	70 „
Frankreich	1877	17 „	„	20 „	„	20 „
Belgien	1878	15 „	„	17 „	„	18 „
Österreich-Ungarn .	1876	14 „	„	19 „	1883	17 „
Rußland	1876	2 „	„	3 „	1882	4 „
Australien	1877	1 „	„	2 „	—	—
Spanien	1873	1/2 „	„	3/4 „	1880	1 „
Britisch Indien . .	1873	1/2 „	„	4 „	—	—
Kanada	1877	1 „	—	—	—	—
Japan	—	—	1882	1 „	—	—
Schweden	—	—	—	—	1882	1/4 „
Italien	—	—	—	—	1882	1/5 „

Aus dieser Tabelle ergiebt sich auf den ersten Blick etwa folgendes:

An der Spitze aller kohlenproduzierenden Länder steht zwar noch immer England, das etwa die Hälfte der gesamten Welt-

produktion liefert. Dasselbe aber ist auf dem Sprung, von den Vereinigten Staaten überholt zu werden, ja es dürfte jetzt bereits überholt sein, da die Steigerung der Kohlenausbeute in Nordamerika geradezu unheimlich ist.

Das drittbedeutendste Land der Welt ist Deutschland, dessen Kohlenproduktion jedenfalls in den letzten 10 Jahren ebenfalls rascher gestiegen sein dürfte als die englische.

Ziemlich nahe beieinander stehen Frankreich, Belgien und Östreich, deren Kohlenförderung sich im Lauf der Jahre ziemlich gleich geblieben ist.

Als kohlenarme Länder sind in Europa zu verzeichnen: Italien, Schweden, Spanien, und in Hinsicht auf seine Größe namentlich auch Rußland.

Unter den außereuropäischen Ländern, abgesehen von Nordamerika, taucht nach und nach, als am Weltmarkt sich beteiligend, neben den englischen Kolonien in Canada, Ostindien und Australien, insbesondere Japan auf. Bald dürfte noch mit ganz anderen Zahlen China hinzukommen, das aber gleich Japan bis jetzt noch mit keiner Statistik aufwarten kann. Doch haben wir kürzlich gelesen, daß allein auf der (japanischen) Insel Jesso etwa 150000 Millionen Tonnen abbaufähiger Kohlen vorhanden sind, eine Menge, welche die gegenwärtige Kohlenproduktion Englands (220 Mill. Tonnen pro Jahr) noch auf 680 Jahre zu decken vermöchte.

Die gesamte Weltproduktion an Kohlen wurde für das Jahr 1880 auf rund 330, für das Jahr 1881 auf 360 und für das Jahr 1884 bereits sogar auf 408 Millionen Tonnen berechnet. Dazu liegt uns eine genauere Zusammenstellung vor vom Jahr 1895. Darnach betrug damals die Kohlenproduktion in

Großbritannien	190	Mill. Tonnen
Vereinigte Staaten . . .	196	„ „
Deutschland	79	„ „
Frankreich	27	„ „
Belgien	20,5	„ „
Österreich-Ungarn	11	„ „
Rußland	10	„ „
übrige Länder der Erde zus.	40	„ „
Weltproduktion zus.	573,5	Mill. Tonnen.

Darf man diese schon in obigem Zeitraum konstatierte rapide Zunahme, wie wohl zu erwarten ist, in ähnlicher oder gar steigender Progression bis heute fortsetzen, so mag das Jahr 1896 eine Zahl von 6—700 Millionen Tonnen Kohle ergeben und um die Wende des Jahrhunderts dürfte die Milliarde erreicht sein: Zahlen reden.

Heizeffekt unserer verschiedenen Brennstoffe.

Und nun noch ein paar weitere Angaben über den Nutzeffekt der verschiedenen, vom Menschen verwerteten Brennstoffe, die ebenfalls klar darthun werden, daß und warum gerade die Steinkohle weitaus die erste Rolle unter denselben spielt.

Brennmaterialien	Kohlenstoffgehalt	Heizeffekt	Spezif. Gewicht	Strich	Erscheinungen beim Verbrennen
Anthrazit	90—95%	8	1,5	grauschwarz	nicht rauchend, nicht riechend; schwache oder gar keine Flamme; nicht schmelzend.
Steinkohle	75—90%	7,3	1,2	braunschwarz	schmelzend oder sinternd, bituminös riechend, stark rauchend, mit heller Flamme brennend.
Koks	90—95%	7—8	1	—	zusammenbackend, mit schwacher Flamme brennend, nicht riechend.
Braunkohle	55—75%	4	0,5-1,5	braun	nicht schmelzend, stark rußend und rauchend; mit brenzlichem Geruch.
Torf	30—40%	3	0,5-1	gelbbraun	stark rußend und rauchend, mit eigentümlichem Geruch, kaum glimmend.
Buchenholz	—	3,8	0,7	—	—
Tannenholz	—	2	0,4	—	—
Holzkohle	—	7	—	—	—

Wir fügen obiger Tabelle nichts weiter bei. Auch sie zeigt: Zahlen sprechen.

Bevor wir aber die eigentlichen Kohlengesteine verlassen und anhangsweise einiges über die Bitumina bringen, ist — ebenfalls als eine Art Anhang zur fossilen Kohle — noch eines Stoffs Erwähnung zu thun, der zwar nur selten eigentlich gesteinsbildend vorkommt, aber doch nicht übergangen werden darf. Wir meinen den

d) Graphit,

der, chemisch betrachtet, reiner Kohlenstoff, also dasselbe ist wie der Diamant, nur daß letzterer in Form regulärer Kristalle sich zeigt, während der Graphit grob- oder feinschuppige, oft fast dichte, manchmal erdige, eisenschwarze Massen bildet mit metallischem Glanz, fettig sich anfühlend, weich und abfärbend. Da er aber in der Natur selbst nie ganz rein vorkommt, sondern stets mit Beimengungen von Kieselsäure, Thonerde, Kalkerde oder Eisenoxyd, so wäre er, wiederum chemisch betrachtet, am nächsten mit dem Anthrazit verwandt, der, wie wir hörten, ebenfalls fast reiner Kohlenstoff (90—95 $^0/_0$) ist.

Seinen physikalischen Eigenschaften nach unterscheidet er sich aber sehr bedeutend von ihm wie von allen Kohlen; denn er brennt und verbrennt merkwürdigerweise nicht, wird daher im Gegenteil gern zu solchen Gefäßen verarbeitet, welche die größte Hitze aushalten müssen (feuerfesten Tiegeln, Retorten 2c.).

Möglicherweise hängt diese Eigenschaft mit seiner Entstehungsweise zusammen, die freilich noch immer nicht ganz aufgeklärt ist. Die Gelehrten streiten sich nämlich bei ihm wie beim Diamant darüber, ob man es hier mit einem pflanzlichen Produkt zu thun habe wie bei allen echten Kohlen, oder ob er vulkanischen Ursprunges sei.

Der Graphit tritt gewöhnlich in der Form von sogenanntem Graphitschiefer auf, welcher zum Teil regelmäßige flözartige, zum Teil sehr mächtige, größere oder kleinere, nesterförmige Einlagerungen im Gneis und Glimmerschiefer bildet, also stets den alten kristallischen Flözgesteinen aus der archäischen Zeit angehört. Ob damals schon Pflanzen (Algen?) gelebt haben, deren Kohlenrückstände unsern Graphit gebildet hätten, — wer will es sagen?

Die Hauptfundplätze des Graphits liegen in Böhmen, Bayern (bei Passau), in Schottland, Sibirien, Ceylon, Skandinavien und Nordamerika (Vereinigte Staaten und Canada). Seine Anwendung im Dienst der Menschheit ist bekannt. Neben der Herstellung feuerfester Tiegel (in Porzellanfabriken, Apotheken, chemischen Werkstätten rc.) ist es hauptsächlich die Bleistiftfabrikation, die sich dieses Materials bedient. Faber in Nürnberg bezieht seinen Graphit großenteils aus Irkutsk (Ostsibirien), wo er sich am reinsten und nicht minder schön findet, als in den einst so berühmten Gruben von Borrowdale in Cumberland, die aber längst völlig erschöpft sind. Wie stark übrigens der Verbrauch des Graphits fortwährend ist, ersieht man daraus, daß z. B. Östreich allein jährlich ca. 200000 Zentner dieses Materials gewinnt.

Anhangsweise führen wir noch das wichtigste über die

II. Bitumina

an d. h. über diejenigen der Erde entnommenen, brennbaren Stoffe, denen neben dem Kohlenstoff der Sauerstoff fehlt, welche dafür aber Wasserstoff enthalten. Diese Bitumina, d. h. Kohlenwasserstoffverbindungen sind sowohl pflanzlichen als tierischen Ursprungs, wogegen die Kohlen, wie oben ausgeführt wurde, nur den Pflanzen ihr Dasein verdanken.

Ein weiterer Unterschied, wornach nämlich diese Kohlenwasserstoffprodukte meist flüssig oder sogar gasförmig sind, kommt in sofern weniger in Betracht, als es auch eine Anzahl fester Formen unter ihnen giebt, wie wir bald hören werden (Erdwachs, Erdpech u. dgl.), so daß man immerhin auch hier von „gesteinsbildenden" Schichten der Erdoberfläche oder wenigstens Einlagerungen in dieselbe reden kann.

Aber „Gesteine" allerdings im eigentlichen Sinne des Worts kann man diese Mineralien mit dem besten Willen nicht heißen, und deshalb eben sollen sie hier nur als „Anhang" figurieren. Dennoch wird es bei der ungeheuren praktischen Wichtigkeit, die ein großer Teil dieser Gebilde seit 30—40 Jahren in allen Kulturländern erlangt hat, kaum erst eine Entschuldigung unsererseits

beim Leser bedürfen, wenn wir uns namentlich über das Erdöl etwas weiter verbreiten.

„Bitumen“, ein lateinisches Wort wird im alten Schellerschen Lexikon kurzweg mit „Judenpech“ übersetzt. So nämlich hieß im Altertum der Asphalt, weil derselbe fast ausschließlich durch die Juden vom Toten Meer aus, wo ja bekanntlich diese Masse viel vorkommt, in den Handel gebracht ward. Schon die Ägypter bedienten sich dieses Stoffs zur Einbalsamierung ihrer Toten, ebenso die alten Babylonier zum Verpichen ihrer Schiffe (vgl. 1 Mos. 6, 14) wie zur Bereitung ihres Mörtels (vgl. 1 Mos. 11, 3), ganz wie es noch heutigen Tags am unteren Euphrat geschieht. Im übrigen ward der Asphalt, insbesondere in flüssiger Gestalt als „Erdöl“, im Altertum mehr als Arznei und Schönheitsmittel verwendet.

Die griechischen und römischen Ärzte z. B. wandten es gegen alle möglichen und unmöglichen Schäden an. Es sollte Zahnweh und Podagra, Flechten und Aussatz vertreiben und mit Essig vermischt besonders gut gegen Bauchgrimmen sein. Die koketten römischen Frauen betupften ihre Augenbrauen mit Petroleum, ehe sie in Gesellschaft gingen; auch pflegte man die Bilder der Hausgötter damit anzustreichen.

Offenbar hatte das Ding für klassische Nasen nicht den widerlichen Geruch, den wir an ihm finden. Der alte Strabo wenigstens sagt geradezu, daß es „göttlich dufte“. So muß es auch den Athenern vorgekommen sein; sonst hätten sie nicht von einer solchen Ölquelle in der Nähe ihrer Hauptstadt die Sage erdichtet, Pallas Athene habe eigenhändig dieselbe aus dem Boden gezaubert und ihre Lieblinge damit beschenkt. Wir Deutschen sind in dieser Beziehung etwas offenherziger und derber; wir sagen kurzweg: „es stinkt“, wie wir auch gewisse bituminöse Schiefer und Versteinerungen (Belemniten) in unserem Lias „Stinksteine“ und „Katzenkegel“ heißen (sie riechen beim Reiben wie angebranntes Katzenhaar). Jedenfalls ist der höfliche Franzose auch in diesem Stück uns über, wenn er beim Erdöl von einem „odeur aromatique, qui n'est pas désagreable“, redet.

Bekannt war demnach schon den ältesten Völkern dieser (Kohlenwasser-) Stoff und zwar in allen 3 Formen: fest (Asphalt), tropfbar flüssig (Erdöl), wie er von Babyloniern nach Ägypten, von den Sikulern nach Rom ausgeführt, und gasförmig, wie er von

den alten Parsen oder Feueranbetern bei Baku als „heiliges Feuer“ verehrt oder in der „Chimära“ an der Grenze von Lyzien und Pamphylien angestaunt wurde. Die letztere, eine noch heute aus einer Felsenspalte hervorbrechende, nie verlöschende, natürliche Gasflamme besingt schon der alte Homer als „wild ausschnaubend die schreckliche Macht des brennenden Feuers“.

Erst die Neuzeit hat all diese „Bitumina“ praktisch und in geradezu großartiger Weise verwertet. Der Asphalt dient zur Herstellung von Trottoirs, zur Fabrikation von Dachpappe u. dgl., das Erdöl hat für Beleuchtung und Heizung sich den Weltmarkt erobert, und das natürliche Brenngas wird, wo es vorkommt, überall in den Dienst des Menschen genommen. Schon seit Jahrhunderten fingen z. B. die klugen Chinesen solches Gas auf, das an der Nordgrenze ihres Reichs in einer Längenausdehnung von 300 Meilen erbohrt wird, und leiteten es in Bambusröhren unter ihre Salzpfannen. Ganz ebenso verwenden heute die Fabrikanten von Pittsburg denselben Stoff zur Heizung der Dampfkessel, was neuestens auch auf Dampfschiffen in der Südsee und in den ostasiatischen Gewässern geübt würde. Und schon in den 50er Jahren hat die Stadt Fredonia am Eriesee ihre Straßen auf diese Weise fast kostenlos erleuchtet. Auch die alten „heiligen Feuer“ von Baku dienen in unserer gar nüchtern gewordenen Zeit dem so viel profaneren Zweck, die Kessel zu heizen.

Entstehung des Bitumens.

Was die Entstehung und das Vorkommen des Bitumens betrifft, so haben wir die erstere Frage bereits mit der Behauptung beantwortet, daß ein großer Teil der Kohlenwasserstoffe in der Tiefe der Erde tierischen Gebilden seinen Ursprung verdankt, deren Fett durch einen natürlichen, oft wohl recht komplizierten Destillationsprozeß von mitunter sehr langer Dauer — denn Erdöl kommt schon in den ältesten Flözformationen vor — in Spalten, Klüften und Höhlen sich abgesetzt hat, von wo wir es nun wieder heraufholen.

Damit hängt dann die Beantwortung der zweiten Frage zusammen, und die wird von selbst darauf hinauslaufen, daß sich dieser Stoff in sämtlichen Flözformationen der Erde, aber auch nur in diesen finden kann, d. h. eben in solchen Gesteinen, die als Wasserablagerungen zu einer Zeit sich gebildet haben, da

auf Erden schon tierisches Leben vorhanden war. Unter günstigen Umständen ist uns dann deren Fett in den betreffenden Schichten erhalten geblieben. Und in der That, es giebt kein Sedimentgestein, aus welchem nicht heutzutag das Vorkommen solcher Bitumina bekannt wäre.

In Canada z. B. gewinnt man das Erdöl aus den Gesteinen der silurischen, in Pennsylvanien aus solchen der Devon- und Steinkohlenformation. Die schwäbischen Liasschiefer, deren Reichtum an „Schieferöl" (wohl das Fett der alten Saurier ꝛc.) von Quenstedt auf etwa 4000 Millionen Mark pro Quadratmeile (vgl. oben S. 123) berechnet wurde, gehören bekanntlich dem unteren Jura (Lias) an; dessen oberste Bänke führen bei Limmer (Hannover) ziemlich viel Asphalt, wie letzterer auch in den Kalken des württembergischen Tertiärs wieder vorkommt.

Die berühmtesten Asphaltgruben freilich sind etwas jüngeren geologischen Alters und gehören der Kreide an (Val Travers bei Neuenburg in der Schweiz, Totes Meer in Palästina, Insel Trinidad ꝛc.). In das ältere Tertiärgebiet führen uns die Ölvorkommnisse im Unterelsaß (Pechelbronn, Lobsann), am Tegernsee u. s. w., wogegen die ungeheuren Vorräte an den östlichen Ausläufern des Kaukasus (Baku), sowie die berühmten Erdwachs- und Ölgruben am nördlichen Abhang der Karpathen (von Galizien bis zur Moldau und Walachei) im jüngeren Tertiär liegen.

Ja, O. Fraas hat an der Küste des Roten Meeres die Beobachtung gemacht, wie aus den dortigen Korallenriffen durch Verwesen der abgestorbenen Tiere fortwährend Öl in Löchern zusammensickert, das dem gewöhnlichen Erdöl durchaus gleicht und also den Entstehungsprozeß noch jetzt vor unsern Augen aufzeigt. Dr. Engler aus Freiburg i. Br. unternahm, um diese Sache nachzuprüfen, 1897 eine Reise nach dem Roten und von hier aus nach dem Toten Meer. Hier wie dort (in Gebel-Zeit) ergaben die genommenen Proben sowie die untersuchten Asphaltstöcke stickstoffhaltige, also von tierischen Resten herrührende Substanzen, die keinen Zweifel mehr darüber aufkommen lassen, daß Asphalt und Erdöl tierischen Organismen ihr Dasein verdanken. Auch scheinen größere Erdölgebiete gern in der Nähe größerer Wasserbecken aufzutreten (Kanadische Seen, Kaspisches Meer). Diese Erklärung scheint uns durchaus den That-

sachen entsprechender zu sein als die andere von Professor Krämer, der die Herkunft des Erdöls aus Diatomeen (Kieselalgen, also pflanzlichen Gebilden) herleiten will. Er beruft sich darauf, daß er aus dem Schlamm eines Sees in der Uckermark einen wachsartigen Stoff gezogen und aus diesem durch Druck Erdöl hergestellt habe, und behauptet, daß in diesem 900 ha großen See noch ca. 2 Millionen Doppelzentner von diesem Wachs enthalten seien. Die Möglichkeit hievon zugegeben, muß doch gefragt werden, ob das aus früheren Erdperioden stammende Petrol mit Pflanzen etwas zu thun und ob Dr. Engler nicht doch Recht hat, wenn er dasselbe für ausschließlich tierischen Ursprungs erklärt. Macht ja doch die Menge des jährlich gewonnenen Fischthrans allein so viel aus, daß derselbe in 2500 Jahren etwa dasselbe Quantum Erdöl liefern würde, das in Galizien im Boden steckt.

Wichtigste Erdölgebiete (Amerika, Rußland).

Bei der Wichtigkeit der Sache soll über die Geschichte der beiden Hauptölgebiete, die uns heute diesen Stoff liefern, wenigstens einiges mitgeteilt werden: Amerika und Rußland.

Beginnen wir mit Amerika, das seit Jahren uns Mittel- und Westeuropäer fast ausschließlich versorgt, so wollen wir uns hier auf Pennsylvanien beschränken. Dort wurden im August 1859 in der Nähe des berühmten Ölbachs (Oil-Creek), den schon die alten Indianer kannten und oberflächlich ausbeuteten, und der 30 m breit und 1 m tief ein schönes Wiesenthal bewässert, die ersten Brunnen gegraben, von denen einer aus einer Tiefe von 20 m täglich 1800 Liter Öl lieferte. Ein Jahr darauf standen dort schon 2000 künstliche Bohrlöcher im Betrieb. 1865 hatten sich bereits 1085 Ölkompagnien mit einem Umsatzkapital von 580 Millionen Dollar gebildet, und bis Ende 1867 hatte man 28 Millionen Barrels (à 117 l, also rund 35 Millionen hl) gewonnen.

Gleichzeitig zeigte sich ein fast noch größerer Reichtum auf canadischem Gebiet (zwischen dem Huron- und Eriesee), das auf einem verhältnismäßig kleinen Feld vom Juli 1861 bis Januar 1863, also in $1^1/_2$ Jahren, 100000 Barrels (Faß à 117,3 l) lieferte. Der Findigkeit und dem Thätigkeitstrieb der Yankees war jetzt Thür und Thor geöffnet; ein wahres Ölfieber ergriff die Bevölkerung.

Aber auch die Spekulation machte sich in wildester und raffiniertester Weise geltend, um so mehr als die Ausbeutung der Quellen vielfach vom Zufall abhängig ist. Der Boden in jenen Öldistrikten scheint wabenartig von Höhlen durchsetzt zu sein, die das vielbegehrte Naß bergen. Trifft der Bohrer gerade den günstigen Punkt, so entströmt dem Loch ein Ölquell, der oft haushoch emporgeschleudert wird. Aber siehe, gleich daneben geht ein anderer, dessen Bohrer gerade auf eine Scheidewand zwischen jenen „Waben" geriet, völlig leer aus.

So hatte der „Ölmann" John Shaw all seine Hoffnung auf ein solches Bohrloch gesetzt, schien aber im Januar 1862 ein ruinierter Mann; denn das schon 50 m tiefe Loch wollte das ersehnte Öl nicht bringen. Da stieß der zerlumpte, von Hunger geschwächte Ölsucher mit aller Anstrengung noch einmal hinab — er hört ein Gurgeln immer näher dringen und sieht bald das reinste Öl aus dem Bohrloch springen. In 15 Minuten ist der Schacht voll, ein zweiter und dritter Behälter wird gefüllt; aber für solche Mengen hat er nicht gesorgt: sie ergossen sich unbenutzt in den nahen Bach, 2000 Barrels in 24 Stunden, d. h. also reichlich 1 Faß in $^3/_4$ Minuten. Shaw, morgens ein Bettler, ist abends ein Krösus; aber 2 Monate später will er etwas an seinem Glücksbrunnen nachsehen und ertrinkt in seinem eigenen Öl!

Kein Wunder, daß die Amerikaner bei solchen Funden von einem „Öldorado" fabulierten, das ihnen zugefallen sei an Stelle des einst so viel gesuchten, fabelhaften „Eldorado" (Goldland); ungeheure Reichtümer strömten dadurch herbei, die ganze Union und halb Europa ward den Glücklichen zinspflichtig. Städte wuchsen in jenen Ölbezirken wie Pilze aus dem Boden; Pithole City z. B., wo im Mai 1865 2 Häuser standen, war schon nach 3 Monaten zu einer Stadt mit 14000 Einwohnern angewachsen.

Mit der Zeit freilich gab auch hier die Natur ihre Schätze nicht mehr so ganz freiwillig her. Auch die reichsten Brunnen fingen an nachzulassen und fast überall muß jetzt das Öl aus der Tiefe gepumpt werden. Man bohrt zu diesem Ende ein Loch von 4—6 cm im Durchmesser, je nach Umständen bis zu einer Tiefe von 200 und mehr Metern hinab und schiebt sorgfältig eine eiserne Röhre nach. Ist die Ölschicht glücklich erreicht, so wird

nicht selten der Bohrapparat „wie aus einer Kanone“ herausgeschleudert.

Fast überall liegt nämlich in jenem Gebiet das Öl zwischen einer Wasser- und Gasschichte eingepreßt; jene füllt die Sohle, diese die Decke der Höhle; natürlich, denn das Öl schwimmt auf dem Wasser und das Gas auf dem Öl. Hat der Bohrer letzteres getroffen, so strömt zuerst das bis dahin zusammengepreßte Gas mit heulendem Rauschen aus dem Loch, bald mischt sich Öl mit dem Gase, ein Strahl reinen Öls folgt nach und springt oft 30—40 m in die Lüfte. In diesem Augenblick eilt ein Arbeiter hinzu und verstopft die Röhre mit einem Pflock. Nun kann man den „Brunnen“ ganz nach Belieben abzapfen, bis nach Wochen oder Monaten der natürliche Druck nachläßt und das Öl mit Pumpen heraufgeholt werden muß. Eine einzige derartige Quelle, der sogenannte „Reichsbrunnen“, lieferte dem glücklichen Besitzer längere Zeit hindurch täglich 3000 Faß Öl. Gegenwärtig scheint in Pennsylvanien wenigstens das Maximum der Produktion bereits überschritten. Aber schon treten ja andere Gebiete in die Lücke. So wurden, was Nordamerika selbst betrifft, im Jahr 1884 in Kalifornien 700000 Barrels (= 372000 Meterzentner) Petrol gewonnen, was sich 10 Jahre darauf (1894) bereits auf das 2½fache steigerte (950000 Meterzentner). Vor allem aber meldet sich

Rußland als gewaltiger Konkurrent der Vereinigten Staaten in dieser Hinsicht. Dasselbe besitzt am Südufer des Kaspischen Meeres geradezu unerschöpflich scheinende Ölvorräte, und schon kann es durch zweckmäßig eingerichteten Transport (Eisenbahnen und Wasserstraßen) auch in Westeuropa zum Teil seinen Gegner aus dem Feld schlagen. Hat sich doch die Gesamtausbeute des russischen Petrols, die im Jahr 1898 486 Millionen Pud betrug, im Jahr 1899 bereits auf 524 Millionen gehoben. Das sind ungeheure Vorräte, auch wenn man dabei in Betracht zieht, daß das russische Rohöl nur 38% raffinierte Ware giebt, gegenüber dem amerikanischen mit 75%. Es ist das altberühmte Gebiet von Baku (auf der Halbinsel Apschekon) am Ostfuß des Kaukasus, das alles bis dahin Bekannte von Ölproduktion in Schatten gestellt hat.

Zwar findet sich Erdöl in großer Menge auch sonst in diesen Gegenden (so am Westabhang des Kaukasus auf der Halbinsel

Kertsch, wo ein 1876 erbohrter Ölspringquell in 57 Tagen über 82000 Eimer geliefert hat, dann in der Umgebung von Tiflis, am Terekfluß, bei Derbent und Petrowsk am Kaspisee, ebenso östlich davon in der Turkmenensteppe). Diese Naphtafelder des Kaukasus lieferten schon 1860: 50000, 1873: 696000, 1883: 10 und 1893 gar 56 Millionen Meterzentner Erdöl. Keines von diesen Gebieten hält aber einen Vergleich mit dem alten Baku aus, obwohl das dortige Ölrevier nur 89 km groß ist. Aber freilich, der ganze Untergrund (in tertiären Sanden und Thonen) muß hier auch mit Öl durchtränkt sein, und zwar verhältnismäßig ziemlich oberflächlich. Denn schon aus 40—50 m Tiefe, wenn der Bohrer dieselbe erreicht hat, springen Ölquellen hervor, eine davon über 40 m hoch, unter einem Druck von 12 Atmosphären. Zuerst pflegt Sand ausgeworfen zu werden, dann folgt Sand mit Öl gemengt, was einen großartigen Anblick gewährt, zuletzt das lautere Öl.

Wie groß der Ölreichtum bei Baku ist, mag man auch daraus ersehen, daß Brunnen, die weniger als 1000 Pud (à 20 l, also 300 hl) täglich geben, schon als nicht mehr lohnend gelten. Von 500 Brunnen, die man erbohrt hatte, wurde daher nur die Hälfte benützt. Die 10 reichsten davon ergaben aber auch allein je 5 Millionen Pud in 2—3 Monaten (1 Million hl). Doch ist dieses russische Öl weit schwerer, enthält also weit weniger Leuchtöl (nur 23 %) als das amerikanische; so wird letzteres stets einen gewissen Vorzug behalten, wogegen jenes zu Paraffin- und Schmierölbereitung tauglicher erscheint.

Auch am Kaukasus kommen übrigens neben dem Öl vielfach Gasausströmungen vor, und zweifellos hängen auch die in der Nähe befindlichen Salsen oder Schlammvulkane damit zusammen. Letztere, die in gar keiner Beziehung zu den echten Vulkanen stehen, sind nämlich nichts anderes als Kohlenwasserstoffgase, die blasenartig den Schlammgruben entsteigen, in welchen auf thonigem Untergrund das Regenwasser sich sammelt. Ganz dieselbe Erscheinung zeigt sich in Mittel- und Unteritalien (Parma, Modena, Reggio), wo Kohlenwasserstoffausströmungen und Salzquellen in Verbindung mit solchen Schlammvulkanen stehen.

Ebenso entströmt in Pechelbronn (Pechbrunnen) und Lobsann im Unterelsaß den dortigen Ölgruben neben dem Öl selbst,

insbesondere unmittelbar nach der Bohrung, Kohlenwasserstoffgas in großer Menge. Als man dort 1849 den Josefsbrunnen grub, geriet bei 30 m Tiefe der Boden plötzlich in Bewegung; es „pfiff, schnob und heulte mit betäubender Wucht, wie wenn ein Rudel Rüsselvieh unter dem Messer des Schlächters blutet".

Es sind immer dieselben Erscheinungen, weil die nämlichen Ursachen; und sicherlich wird noch an vielen Plätzen der Erde der jetzt industriell so wichtige Brenn- und Leuchtstoff erbohrt werden. Hat doch auch z. B. Ostasien (im Pendschab, in Birma, auf den Inseln Borneo, Java und Sumatra und in Japan*), sowie Südamerika (Argentinien) und Australien (Neuseeland) schon bedeutende Mengen von Erdöl geliefert, die zum Teil seit Jahrhunderten ausgebeutet werden.

Gegenwärtiger Stand der Erdölproduktion.

Es dürfte interessieren, auch über die gegenwärtige Erdölproduktion einige statistische Zahlen zu bringen. Wie oben schon angeführt, wurde im August 1859 in Pennsylvanien dieses Öl erstmals technisch gewonnen und zwar bis Ende des Jahrs 2000 Barrels (Faß à 40 Gallonen oder 117,3 l). Im nächsten Jahr (1860) stieg die Produktion schon auf 200000, im übernächsten Jahr auf 2 Millionen Barrels. Von da an nahm die Bewegung rapid zu und es wurden 1876 9 Millionen, und 1882 gar über 30 Millionen Barrels dem dortigen Boden abgezapft. Die Gesamtsumme des in den Vereinigten Staaten von 1859 82 (also in 22 Jahren) geförderten Erdöls betrug 220 Millionen Barrels. Seit 1882 macht sich eine zwar langsame, aber stetige Abnahme geltend: 1884 z. B. wurden in Pennsylvanien nur noch 24 Millionen Barrels gewonnen, 1894 noch 19 Millionen.

Dagegen trat, wie schon gesagt wurde, im Jahr 1883 Kalifornien mit einer Ausbeute von 10 Millionen Meterzentnern hinzu, was sich 10 Jahre hernach auf 56 Millionen steigerte. Welche Wertsummen bezeichnen diese Zahlen, vollends wenn man dazu nimmt, daß der Wert des natürlichen Gases, das man noch neben

*) Japan hat z. B. in der Provinz Echigo reiche Erdölquellen, die aber erst 1875 zur Ausbeute gelangten. Doch hat sich die Produktion bereits so gesteigert, daß 10% des Konsums aus dem eigenen Land gedeckt werden können.

dem Öl 1884 in der Union dem Boden entnahm, allein $1\frac{1}{2}$ Millionen Pfund Sterling (30 Millionen Mark) betrug.

Im Gebiet von Baku, wo lange vor dem amerikanischen schon Erdöl gewonnen ward, ohne daß freilich der Westen von Europa etwas davon ahnte, begann der eigentliche Aufschwung anfangs der 70er Jahre. Nachdem z. B. schon 1832 150000 Pud (à 20 l, also 3 Millionen l = 30000 hl) dort gewonnen worden waren, stieg die Produktion im Jahr 1872, da man die ersten Bohrlöcher eintrieb und die ganze Sache mit den Hilfsmitteln der modernen Technik in Angriff nahm, bereits auf das 10fache ($1\frac{1}{2}$ Millionen Pud = 300000 hl). Im Jahr 1876 dagegen wurden 11 Millionen Pud (6 Millionen hl), und im Jahr 1883 56 Millionen Pud (11 Millionen hl) gewonnen, und seitdem nimmt die Steigerung alljährlich zu. Kein Wunder, daß jetzt, nachdem die russische Regierung auch für bessere Transportmittel gesorgt hat, dieses kaukasische Öl in Menge auch nach Westeuropa verfrachtet wird.

Eine Bahn, die lediglich dieser Sache wegen gebaut wurde, bringt das Öl von seinem Ursprungsort, dem Südende des Kaspischen Meers ans Ostufer des Schwarzen Meers; von hier wird es dann, lediglich auf dem (so billigen) Wasserweg über Italien nach dem Westen verschifft, wogegen ein anderer Teil — ebenfalls nur auf Wasserstraßen — die Wolga hinauf und nur durch Kanäle in die Ost- und Nordsee geleitet wird. Natürlich werden die Transportschiffe (Wolgadampfer) selbst mit Öl geheizt, wie überhaupt in dem kohlenarmen Rußland jetzt die unermeßlich reichen Ölquellen einigermaßen als Ersatz für Steinkohle benützt werden. Trotz des riesigen Verbrauchs im eigenen Land wird aber, wie gesagt, heutzutag eine große Menge kaukasischen Öls auch zu uns gebracht.

Gegenüber den derzeit weitaus obenan stehenden Ölgebieten, Amerika und Rußland, kommen alle übrigen Länder der Erde, was ihre Produktionsziffern betrifft, eigentlich kaum in Betracht. So hat z. B. Galizien im Jahr 1883 noch nicht 200000 hl Erdöl geliefert*), von Elsaß, Hannover 2c. ganz zu schweigen.

---

*) Jetzt ist allerdings dort die Produktion auf mehr als das 10fache gestiegen, so daß fast die ganze österreichische Monarchie damit versorgt werden kann.

Es dürfte nicht uninteressant sein, zum Schluß nochmals die Zahlen zusammenzustellen, die nach der neuesten Statistik vom Jahr 1899 über die Weltproduktion des Erdöls aus den verschiedenen, in dem genannten Jahr ausgebeuteten Ölländern uns zugänglich wurden. Es betrug darnach die Petrolproduktion im Jahr 1899:

In den Vereinigten Staaten	75	Millionen	hl
„ Rußland	68	„	„
„ niederländisch Indien (Java, Sumatra, Borneo) zus.	3	„	„
„ Österreich-Ungarn	2,5	„	„
„ Canada	1	„	„
„ Rumänien	0,75	„	„
„ Indien	0,5	„	„
„ Japan	0,25	„	„
„ Deutschland	0,24	„	„
„ Peru	0,11	„	„
„ Italien	0,03	„	„
Weltproduktion zusammen	151,38	Millionen	hl.

Aus Amerika wurde im Jahr 1899 an Erdöl verfrachtet:

nach England	6,36	Millionen	hl
„ Deutschland	4,65	„	„
„ Japan	1,59	„	„
„ Frankreich	0,39	„	„
„ Europa zusammen	18,81	„	„

Bekanntlich aber kann das Rohöl so, wie es aus dem Boden kommt, nicht ohne weiteres benützt, es muß zuerst gereinigt (raffiniert), d. h. einem Destillationsprozeß unterzogen werden. Dabei bemerken wir, daß infolge von Erhitzung immer zuerst die leichteren, nach und nach erst die schwereren Ölbestandteile gewonnen werden, bis schließlich ein Rückstand von Teer in der Retorte bleibt.

Beim Betrieb im großen gewinnt man also zuerst Ligroin und Benzin (sehr leichte und flüchtige, daher auch höchst feuergefährliche Kohlenwasserstoffe), sodann das eigentliche Brennöl und Photogen; in dritter Linie kommen die sogenannten Solar- und Schmieröle; wieder einen Schritt weiter erscheint paraffinhaltiges

Öl, das nach und nach ganz in (flockiges) Paraffin übergeht; endlich bleibt Teer und Asphalt zurück, — ein Fingerzeig, wie wir uns etwa auch die Vorgänge der natürlichen Destillation unter der Erde der Reihe nach zu denken haben.

Die Schwere und Brennstärke dieser verschiedenen Bitumina betreffend, stellen wir folgende Zahlen zusammen:

1. Benzin und Ligroin hat ein spezifisches Gewicht von 0,6—0,7,
2. Photogen oder Brennöl . . . . 0,7—0,8,
3. Schmier- und Solaröl . . . . 0,8—0,9,
4. Paraffin . . . . 0,9—1,
5. Asphalt und Teer . . . . 1,5—1,15.

Nehmen wir sodann die Lichtstärke einer Normalwachskerze = 1, so stellt sich dazu die Leuchtkraft der verschiedenen Öle etwa in der Weise:

eine Stearinkerze . . .	0,9—1,
eine Paraffinkerze	1,1,
Rüböl	2,8,
Photogen und Schieferöl . .	3,
amerikanisches Erdöl	3,2.

Und merkwürdig, wie man heutzutage alles verwenden gelernt hat, und wie auch aus den scheinbar wertlosesten Stoffen oft noch die schönsten Erzeugnisse gewonnen werden! So liefert z. B. der schmierige und stinkende Teer, der Rückstand aller dieser Kohlenwasserstoffe, die herrlichen Anilinfarben, wie überhaupt daran zu erinnern ist, daß das in vielen Sedimentgesteinen steckende Bitumen nächst dem Eisen der Haupterzeuger unserer Farben ist.

Asphalt.

Vom (flüssigen) Erdöl, in seinen reinsten und hellsten Sorten „Naphta“ genannt, zum (festen) Erdpech oder Asphalt finden sich in der Natur eine Menge Übergänge, was nach dem vorhin über die künstliche Destillation Gesagten nicht verwunderlich ist. Es hat daher kaum viel Wert, die einzelnen derartigen Stoffe, die man ihrem Inhalt und Aussehen nach mit den verschiedensten Namen belegt hat, weiter aufzuzählen.

Am häufigsten findet sich eben der Asphalt, der auch, wie schon angeführt wurde, zu industriellen Zwecken Verwendung findet.

Seine Hauptlager gehören der Kreideformation an; am bekanntesten und wohl auch am längsten in dieser Hinsicht ausgebeutet ist das Tote Meer, wo Asphaltstücke (trotz 1,16 spezifischen Gewichts) auf dem (mit Salz gesättigten, also noch schwereren) Wasser schwimmen und auch in Gruben am Ufer gewonnen werden. Wer kennt nicht das köstliche „Asphaltlied" Scheffels von den beiden Derwischen, die jammernd rufen: „Wir kleben, wir kleben, wir kleben; wir kleben und kommen nicht fort"?

Ein großer Asphaltsee (2 km lang, $^1/_2$ km breit) befindet sich auf der Insel Trinidad an der Mündung des Orinoko; derselbe ist manchmal mit einer förmlichen Pechkruste überdeckt und Pechwände umsäumen wie erstarrte Zacken und Felsen seine Ufer. Bei heißem Sonnenschein wird aber das Ding weich und schließlich zu einer flüssigen Pechmasse.

Viel seltener als Erdöl und Asphalt ist das sogenannte Erdwachs (Ozokerit). Es bildet dichte, wachsartige, gelbbraune bis hyazinthrote Massen, die aus 84 % Kohlenstoff und 14 % Wasserstoff zusammengesetzt sind. Außer in der Moldau, woher es zuerst bekannt ward, findet es sich in der miocänen Salzformation am Nordfuß der Karpaten. Boryslaw (Ostgalizien) ist derzeit die Hauptproduktionsstätte dieses sehr wertvollen Stoffs, von welchem im Jahr 1883 dort etwa 120 000 Meterzentner gewonnen wurden. Infolge des fieberhaften, überstürzten Raubbaus aber, der auf dem im Grund genommen sehr kleinen dortigen Gebiet getrieben wird (nicht weniger als 12 000 Schächte wurden angelegt), scheint der Höhepunkt der Produktion bereits überschritten zu sein.

Es erübrigt noch, am Schluß dieser „einfachen Gesteine" eines Produkts zu gedenken, das man wohl am besten an die Bitumina und Kohlengesteine anfügt, wir meinen

III. den Bernstein.

Ist er doch, chemisch betrachtet, nichts anderes als Kohle und Bitumen in eines vereint, sofern er sich aus Kohlenstoff (40 %), Wasserstoff (56 %), und Sauerstoff (4 %) zusammensetzt. Zu den „Gesteinen" können wir ihn freilich von rechtswegen nicht zählen; denn er ist nicht anderes als ein fossiles Harz und tritt auch

nirgends „gesteinsbildend“ auf. Um so wichtiger ist seine Kulturgeschichte und technisch-industrielle Bedeutung. Sein Härtegrad beträgt 2—2,5, sein spezifisches Gewicht 1,08; beim Reiben wird er, wie jedes Harz, elektrisch (von „Electron“, welches Wort im Griechischen eben „Bernstein“ heißt) und entwickelt einen angenehmen Geruch. Im Feuer verbrennt er unter heller, schwach rußender Flamme (daher sein deutscher Name; von „börnen“ = brennen).

Bei den altklassischen Völkern in höchstem Ansehen war der Bernstein, den phönizische Händler von den fabelhaften Gestaden der Ostsee herbeiholten, mit einem wahren Kranz von Märchen und Sagen umwoben. Dennoch kannten die griechischen und römischen Naturforscher schon ganz richtig sein Wesen, wie denn Aristoteles und Plinius ihn für „verhärtetes Baumharz“ erklärten. Jetzt wissen wir genau, daß namentlich eine Tannenart (Pinites succinifera Göpp.), über und über mit dieser Ausschwitzung bedeckt und gleich manchen heutigen tropischen Koniferen von solchem Harz wie von Eis starrend, zur älteren Tertiärzeit diesen Stoff erzeugt hat, der dann im Schoß der Erde und in eine meerische Ablagerung eingebettet hauptsächlich an den samländischen Küsten der Ostsee uns erhalten blieb.

Dort tritt nämlich an steilen Uferhängen eine mitteloligocäne, braunkohlenführende Schichte von etwa 27 m Mächtigkeit zu Tag, unter welcher, 1—6 m dick, ein bläuliches Lager von sandigem Thon sich befindet. Diese „blaue Erde“ ist das Muttergestein, das den Bernstein einschließt, und zwar zusammen mit Meermuscheln, Haifischzähnen und Holzstücken.

Wir haben es also zweifellos hier mit einer Meeresablagerung zu thun, in welche von dem nahen Land Holz und Harz eingeschwemmt wurde, letzteres von dem „Bernsteinbaum“ herstammend, der also zur älteren Tertiärzeit in diesen Gegenden massenhaft wuchs. Daß aber diese seine Harzausscheidung sehr stark gewesen und sehr rasch vor sich gegangen sein muß, wird durch die zahlreichen Einschlüsse von Insekten (Ameisen, Mücken, Spinnen &c.) bewiesen, die wir im Bernstein wie in einem gläsernen Sarg aufs schönste erhalten finden.

Die „blaue Erde“, die im Samland eine Oberfläche von mindestens 340 qkm bedeckt, kommt gerade am Meeresspiegel zum

Ausstreichen. So durchwühlen und durchspülen die Fluten, namentlich bei Seesturm, den Grund wie das Ufer und bringen bei dieser Gelegenheit die Bernsteinstücke mit heraus, die dann am Grund des Meeres abgesetzt oder ans Ufer ausgeworfen, manchmal auch, auf den Wogen fortgetragen und viele hundert Meilen von ihrem Heimatort entfernt angeschwemmt werden.

Man gewinnt daher an der Ostsee den Bernstein entweder einfach durch Ablesen des Strands, namentlich nach stürmischem Wetter, oder durch Heraufholen der Stücke vom Meeresgrunde („Bernsteinsammeln“ und „Bernsteinstechen“). Neuerdings wendet man auch Baggermaschinen an und hat sogar angefangen, förmlichen Bergbau auf dieses geschätzte Material zu treiben, indem man Stollen in jene „blaue Erde“ schlägt da, wo sie am Ufer zu Tag tritt.

Die Menge des jährlich gewonnenen Bernsteins beträgt zur Zeit etwa 200000 Pfd. im Wert von 3 Millionen Mark, was der Krone Preußen zugut kommt, da die Sache Regal ist. Übrigens findet sich auch außerhalb des Ostseegebiets Bernstein in der Tertiär- und sogar der Kreideformation, so in Sizilien, auf dem Libanon und in Rumänien, doch überall hier in so unbedeutender Menge, daß seine Ausbeute für den Handel kaum in Betracht kommt.

Mit dem Namen des „schwarzen Bernsteins“ wird keineswegs bloß echter Bernstein, wie er z. B. im rumänischen Tertiär von dieser Färbung vorkommt, sondern vielfach auch eine mattglänzende, politurfähige fossile Kohle belegt, die sonst richtiger die Bezeichnung „Gagat“ oder „Jet“ (sprich „Schet“) führt. Sie kommt besonders schön in Yorkshire und im Posidonienschiefer (Lias ε) Schwabens vor und wird noch immer (z. B. in Geislingen) zu Trauerschmuck verschliffen. Leider sind es keine eigentlichen Kohlenlager, die abgebaut werden könnten, sondern nur einzelne verkohlte (Araucarien-?) Stämme, die zufällig (beim „Fleins“brechen) mit herauskommen. Man hat daher neuerdings, um der Nachfrage zu genügen, auch die mattglänzende Kännelkohle verschliffen und sogar künstliche Nachahmungen aus Glas und Hartgummi hergestellt, die billiger, aber nicht so schön sind wie der eigentliche Gagat.

Wir verlassen damit die „einfachen“ und gehen über zu den

II. Gemengten Gesteinen

d. h. solchen, die aus einem innigen Gemenge mehrerer Mineralsubstanzen bestehen. Als Beispiele nennen wir den Granit und den Basalt, und fügen sofort hinzu, daß die große Menge der hieher gehörigen Gesteinssorten unschwer in die zwei Gruppen von massigen (Typus: Granit) und geschichteten (Typus: Glimmerschiefer) sich einteilen läßt. Beginnen wir also mit

A. den gemengten massigen Gesteinen.

Dieselben sind durchweg eruptiven Ursprungs und ausschließlich Silikatgesteine, d. h. in allen ist Kieselsäure, nur bald in größerer, bald in kleinerer Menge enthalten. Am höchsten ist der Kieselsäuregehalt in den Graniten und nimmt von da an bei den übrigen Tiefen-, sowie bei den Gang- und Ergußgesteinen mehr und mehr ab.

Wir kommen damit auf eine sich sozusagen von selbst ergebende Einteilung dieser Gesteine, die wir oben schon (S. 23 ff.) angedeutet haben. Von vielen Petrographen, insbesondere von Rosenbusch, werden nämlich die sämtlichen Eruptivgesteine, ihrer geologischen Erscheinungsweise gemäß, in drei Gruppen auseinander gelegt. Die einen sind bei ihrem Empordringen aus dem Erdinnern nicht bis zur Erdoberfläche gelangt, sondern ihre Massen haben sich in die Gesteinsschichten eingepreßt und sind so unter dem gewaltigen Druck der darüber gelagerten Gesteine sehr langsam in der Tiefe erstarrt. Man nennt sie deshalb Tiefengesteine. Infolge jener langsamen Erstarrung in der Tiefe haben sie dann auch jenes Gefüge angenommen, das wir als granitisch-körnig zu bezeichnen pflegen; denn der Typus hiefür ist und bleibt immer der Granit. Neben diesem gehören hauptsächlich Syenite, Diorite und Gabbrogesteine hieher, wie denn auch diese alle der Natur ihrer Entstehung nach in größeren Stöcken oder Massiven (Lakkoliten) in unsern Gebirgen auftreten. Sie haben auch stets ihr Nebengestein mehr oder weniger (durch Kontaktmetamorphose) verändert. Nur ist dies jetzt nicht mehr überall zu beobachten, da das Nebengestein öfters durch den nagenden Zahn der Zeit abgetragen ward.

In unmittelbarem Gefolge zu den Tiefengesteinen haben

Tafel III.



1.



2.

1. **Verrucano.** — 2. **Roter Porphyr.**

wir die sogen. Ganggesteine, die, wie eben ihr Name besagen will, in Form von Gängen als Spaltausfüllungen sowohl in jenen Tiefen- als in deren Nebengesteinen auftreten. Ihr Material ist daher nach seinen chemischen Bestandteilen mehr oder weniger dasselbe wie dasjenige der zugehörigen Tiefengesteine. Nur das Gefüge ist infolge ihrer etwas anderen Entstehungsweise ein anderes geworden. Wir treffen nämlich hier im allgemeinen statt der granitisch-körnigen eine mehr feinkörnige, sowie die porphyrische Struktur d. h. eine feinkörnige oder fast dicht erscheinende Grundmasse, in welcher einzelne Kristalle (von Quarz, Feldspat u. dgl.) eingebettet sind, beziehungsweise sich als solche darin ausgebildet haben. Da indes dem Gesagten gemäß diese Ganggesteine mit den Tiefengesteinen in der innigsten Verbindung stehen, so ziehen wir sie in der nachfolgenden Abhandlung noch zu diesen, um statt drei nur zwei Gruppen, nämlich Tiefen- und Ergußgesteine, zu bekommen. Ohnedem bilden die zwischen innestehenden Ganggesteine auch wieder einen Übergang zu den Ergußgesteinen.

Unter den letzteren verstehen wir, was eben der Name besagen soll, Gesteine, die in feurig-flüssiger Masse bis zur Erdoberfläche emporgedrungen und infolge davon ohne besonderen Druck und rasch zur Erstarrung gelangt sind.

Die Ergußgesteine zeigen vorherrschend ein porphyrisches Gefüge, da sie fast stets größere Mineralindividuen, welche sich vor der Eruption in der Tiefe ausgeschieden hatten, in ihrer meist dichten Grundmasse einschließen.

Im engeren Sinne nennt man „Lava" nur die unsern noch jetzt thätigen Vulkanen entströmenden glutflüssigen Massen. Da aber die Ergußgesteine auch früherer geologischer Perioden demselben Vorgang ihr Dasein verdanken, so können wir füglich auch diese alle als „Laven" bezeichnen. Jedermann aber weiß, daß die Lava selbst wieder sehr verschiedene Formen annehmen kann, und daß ihre erstarrten Massen, je nachdem die Erstarrung langsamer oder rascher, in der Luft oder unter Wasser vor sich gegangen, oder auch die Entwicklung von Gasen und sonstigen Dämpfen dabei mit im Spiel gewesen ist 2c., ein gar sehr von einander abweichendes Aussehen zeigen.

Weitere Einteilungsmomente für die Eruptivgesteine außer der bisher betrachteten geologischen Erscheinungsweise, womit ja auch die Verschiedenheit der Strukturverhältnisse zusammenhängt, sind aus der verschiedenen Zusammensetzung hinsichtlich der mineralogischen Gemeng- und der chemischen Bestandteile herzuholen.

Besonders wichtig für die Einteilung der Gesteine ist die chemische Untersuchung derselben; denn diese zeigt uns das Mengenverhältnis zwischen der Kieselsäure und den Metalloxyden oder Basen und wieder dieser letzteren unter sich.

Diese chemischen Verhältnisse stehen in direkter Beziehung zum Mineralbestand der Gesteine. So erklärt sich der größere oder kleinere Kieselsäuregehalt aus dem Vorherrschen oder Zurücktreten der gefärbten Gemengteile gegenüber den Feldspäten, sowie der einzelnen Feldspäte unter einander.

Denn Kali- und Natronfeldspat sind verhältnismäßig kieselsäurereich, der reine Kalkfeldspat (Anorthit) kieselsäurearm. Daher pflegt mit Zunahme des Gehalts an Kalkfeldspat und Abnahme an Alkalifeldspat der Kieselsäuregehalt des betreffenden Gesteins merklich zu sinken; bei den Graniten, in welchen der Kalifeldspat vorherrscht, ist er also naturgemäß am höchsten.

Da wir indes die Eruptivgesteine nicht bloß nach ihrer chemischen oder mineralogischen Zusammensetzung gruppieren, sondern zunächst gemäß ihrer geologischen Erscheinungsweise an der oben gegebenen Zweiteilung in Tiefen- und Ergußgesteine festhalten, so haben wir der Einzelbesprechung dieser verschiedenen Gesteinsarten nur noch vorauszuschicken, daß sich an jedes Tiefengestein Ganggesteine anschließen, und ebenso daß jedem Tiefengestein ein Ergußgestein entspricht und entsprechen muß. Es ergiebt sich daraus von selbst die große Mannigfaltigkeit dieser Ausbruchsgesteine, die in der That so ungeheuer ist, daß wir im Rahmen dieses Büchleins nur die wichtigsten herausheben können.

Die Einteilung derselben wäre darnach folgende: Zu den

1. Tiefengesteinen

gehören: Granit, Syenit, Diorit und Gabbro.

An sie schließen sich die Ganggesteine an, die selbst wieder in drei Gruppen auseinandergehen, nämlich

a) die granitophyrischen Ganggesteine:
Granitporphyr, Syenitporphyr, Dioritporphyrit und Gabbroporphyrit,*)

b) die aplitischen und pegmatitischen Ganggesteine
(saure Spaltungsgesteine):
Aplite und Pegmatite der einzelnen Tiefengesteine; und sogen.

c) lamprophyrische Ganggesteine (basische Spaltungsgesteine), z. B. die Minetten.

Da nun jedes Tiefengestein diese dreierlei Arten von Ganggesteinen im Gefolge hat, so begreift man die Fülle der Namen, die hier von den Petrographen geschaffen wurden. Für unsere Leser genügt es aber vollständig, die unter a) aufgezählten Porphyre und Porphyrite als die bekanntesten und am häufigsten vorkommenden sich zu merken. Die beiden andern Gruppen übergehen wir füglich.

Um so wichtiger dagegen sind die den Tiefengesteinen entsprechenden

2. Ergußgesteine,

nämlich: Rhyolit, (oder Liparit), Trachyt, Andesit und Basalt, welchen jeweils wieder Quarzporphyr, quarzfreier Porphyr, Porphyrit, Melaphyr und Diabas entsprechen.

Diese beiden Reihen sind so zu verstehen, daß letztere die älteren (vortertiären), erstere die jüngeren (tertiären und rezenten) Ergußgesteine in sich begreift. Was also der Rhyolit (Liparit) unserer heutigen Vulkane ist, das heißen wir Quarzporphyr, wenn das Gestein aus früheren Erdperioden stammt. Der Sache nach ist es dasselbe: beides sind Ergußformen des Granits, der als solcher das Tiefengestein darstellt.

Wie aber dem Granit der Rhyolit (oder Liparit) als jüngeres und der Quarzporphyr als älteres Ergußgestein entspricht, genau ebenso entsprechen dem Syenit als Tiefengestein die Trachyte

*) Porphyre sind immer Orthoklas-, Porphyrite dagegen Plagioklasgesteine, d. h. wenn in dem betreffenden Ganggestein der Feldspat als Orthoklas auftritt, nennt man es „Porphyr“, wenn er dagegen als Plagioklas erscheint, redet man von „Porphyrit“.

(tertiär) und quarzfreien Porphyre (vortertiär) als Ergußgesteine. Dasselbe ist endlich der Fall bei den Gabbrogesteinen, denen die (jüngeren) Basalte und die (älteren) Melaphyre und Diabase entsprechen: Gabbro ist ein Tiefen-, die übrigen sind wieder Ergußgesteine, nur in verschiedenen Erdperioden ans Tageslicht getreten.

Beginnen wir also, indem wir nun an die Einzelbeschreibung der betreffenden Gesteinsarten gehen, mit

Kapitel I:

den Tiefengesteinen,

als deren Typus, wie schon oben gesagt,

der Granit (Taf. I, Fig. 1 u. Taf. VII, Fig. 1 u. 3)

gilt, der im Gegensatz zu den folgenden stets Quarz enthält und dessen Namen (granum lat. „das Korn") schon auf seine Strukturverhältnisse hinweist. Er stellt in der Regel ein Gemenge von Quarz, Orthoklas und Glimmer dar, welche 3 Mineralien in lauter kristallinischen Körnern zu einer Masse verwachsen sind, ohne ein Bindemittel zu zeigen, aber so, daß man bei einigermaßen typischen Stücken sofort und mit bloßem Auge jedes der 3 Mineralien deutlich von einander unterscheiden kann. Der Quarz bildet meist schmutzigweiße Kristallkörner; der Feldspat erscheint in rötlichen, graulichen oder weißen Tafeln, die auf dem Querbruch spiegelnde Flächen zeigen; den meist schwarzen, oft aber auch gold- oder silberschimmernden Glimmer erkennt man an seinen feinen, biegsamen Blättchen.

Wesentliche Bestandteile des Granits sind Quarz und Kali-Feldspat (Orthoklas). Beide Gemengteile sind mehr oder weniger farblos. Als gefärbte Bestandteile des Granits treten vielfach zu ersteren hinzu Biotit (schwarzer Glimmer) oder Hornblende oder Pyroxen (Diopsid).

In den meisten Graniten erscheint neben dem Kalifeldspat noch saurer Plagioklas (Oligoklas).

Der in den Graniten im engeren Sinn neben Biotit noch enthaltene Muskowit (weißer Glimmer) wird nicht als ursprünglicher

Gemengteil betrachtet, sondern als ein Umwandlungsprodukt, durch Dämpfe erzeugt.

Natürlich giebt es eine ganze Menge von Abarten des Granits, und fast jeder Fundort zeigt wieder eine andere Sorte. Am einfachsten unterscheidet der Laie wohl nach der Größe der einzelnen Bestandteile grobkörnigen (Taf. VII, Fig. 1), mittelkörnigen (Taf. I, Fig. 1) und feinkörnigen Granit (Taf. VII, Fig. 3).

Je nach Aussehen und Vorkommen wären als die wichtigsten etwa noch folgende, zum Teil sehr von einander abweichende Granitsorten hier aufzuführen:

α) Granitit,

in welchem der (rötliche) Feldspat fast ausschließlich die Herrschaft führt, und in dem stets Biotit (schwarzer Glimmer) sich zeigt. Typus hierfür ist der schöne Granit von Baveno (am Lago Maggiore), dessen Riesenblöcke z. B. zu den gewaltigen Monolitsäulen in der neuen Paulskirche in Rom verschliffen wurden (s. uns. Fig. 1 auf Taf. VII). Ebenso schön steht er im Harz (Brocken) und im Riesengebirge an, sowie in Tirol (Brixen), Schwarzwald und Odenwald, im Fichtelgebirge und in den Alpen.

β) Protogin-Granit,

auch Alpengranit genannt und damit seine Haupturspungsgebiete andeutend, zeichnet sich namentlich durch die großen Tafeln von Feldspat aus, deren spiegelnde Flächen auf dem Querbruch in mattem Glanze schimmern (Julier- und Gotthardtgranit). Wegen seiner Parallelstruktur wurde dieses Gestein früher für Gneis gehalten, bis man darauf kam, daß dieses Gefüge lediglich durch Gebirgsdruck entstanden sei. Der Montblancstock z. B. besteht auch aus Protogin und verdankt eben diesem Gestein die dort so häufigen grotesken Felsennadeln (Aiguilles d'Argentière, Aiguilles rouges rc.), die jedem Chamounixbesucher bekannt sind.

γ) Syenitgranit,

der recht wenig Glimmer, dagegen schon etwas Hornblende enthält und infolge Zurücktretens des Quarzgehaltes unmerklich den Übergang bildet zum eigentlichen Syenit (Vogesen, Brixen in Tirol, Pilsen in Böhmen rc.).

Als weitere besondere Arten von Granit führen wir noch an

δ) den Greisen,

ein körniges Tiefengestein, aus Quarz und etwas Glimmer bestehend, aber ohne Feldspat, und daher von lichter, fast weißer Färbung. Er findet sich in Cornwall, Böhmen und Sachsen als Begleiter der Zinnerze.

Endlich sei genannt

ζ) der Turmalin- oder Schörlfels,

ein Aggregat von graulich-weißen Quarzkörnern und schwarzen Turmalinnadeln, dem häufig noch Topas und Glimmer als zufällige Gemengteile sich beigesellen. Mit dem eigentlichen Granit ist er durch turmalinführende Granitsorten verbunden, kann aber auch gangartig als selbständiges Gestein andere Gesteine durchsetzen, so in Cornwallis und am Eibenstock im Erzgebirge (Sachsen).

Bezüglich wichtiger accessorischer Gemengteile unterscheidet man wohl auch vom Granit im engern Sinn des Worts (mit Biotit und Muskowit) den Hornblendegranit (mit Amphibol) und Pyroxengranit (mit Diopsid), wie wir oben schon den Granitit (mit Biotit) besonders aufgeführt haben.

Der Granit tritt, geologisch betrachtet, in zweierlei Formen auf. Entweder erscheint er mit Gneis wechsellagernd in den ältesten archäischen Formationen (Canada, Nordamerika, Skandinavien, Pyrenäen, Zentralalpen 2c.), wo er manchmal förmliche Schichten bildet und daher auch wohl als Gneis-Granit bezeichnet wird. Oder aber — und das ist der eigentliche und typische Granit — bildet er stockartige Massen, deren ganzes Aussehen zeigt, daß sie einst glutflüssig dem Erdinnern entquollen. Diese Granite sind jedenfalls jünger als die zuerst genannten; denn die Phyllite und sonstige paläozoische Gesteine, selbst silurische und devonische Sedimente wurden von ihnen durchbrochen. Die Zeit ihres Empordringens ist also in die paläozische Periode (Carbon) zu verlegen (Schwarzwald, Odenwald, bayerischer Wald, Erzgebirge 2c.), ja manche, wie der sogenannte Turmalingranit im Fassathal (Südtirol), sind erst zur Triaszeit ausgebrochen.

Schon die äußere Form der Granitgebirge läßt gar

leicht erkennen, was für ein Gestein in der Tiefe verborgen liegt. Man hat es hier stets mit Kuppen und gewölbten Bergrücken zu thun, deren Höhen häufig mit riesigen, wollsackähnlichen Granitblöcken („Felsenmeeren") besät sind, so im Schwarzwald, auf dem Harz (Brocken), im Fichtelgebirg ꝛc. Die Bildung jener einzeln verstreuten Blöcke beruht wie bei den „Felsenmeeren" des Buntsandsteins darauf, daß einzelne Schichten des Gesteins leichter und rascher verwittern als andere und die Gesamtmasse an der Oberfläche zum Zerfallen bringen (vgl. z. B. unsere Fig. 12).

Es möge bei dieser Gelegenheit überhaupt daran erinnert werden, daß die sämtlichen Massengesteine eigentümliche Arten von Absonderung zeigen. Die Tiefengesteine (Granit, Syenit, Diorit ꝛc.) scheiden sich nämlich gerne in Kugeln (bekanntestes und schönstes Beispiel der Kugeldiorit), die Ergußgesteine dagegen in Platten und Säulen ab (z. B. der Basalt), was jeweils von der verschiedenen Art der Zusammenziehung (Kontraktion) bei dem Erstarrungsprozeß herrührt.

Die Arbeiter in den Granitbrüchen (Baveno am Lago Maggiore, Fichtelgebirge) kennen diese Erscheinung genau und wissen sie sehr gut zu benützen. Sie folgen nämlich beim Absprengen großer Granitblöcke stets den Richtungen geringster Kohäsion, welche sie bei Baveno „Filone" nennen. Genau denselben Weg verfolgt die Natur bei der Verwitterung; dies ist die Ursache für die Entstehung der Felsenmeere, soweit dieselben aus Granit bestehen.

Bei Sedimentgesteinen, wie dem Buntsandstein, haben einzelne Schichten ein loseres Gefüge als andere; letzteres zerfällt natürlich rascher und so bleiben die härteren Stücke als einzelne Blöcke liegen, was in der Wirkung auf dasselbe hinauskommt.

Fehlt in den Tiefengesteinen der Quarz, so haben wir, wenn der mitvorkommende Feldspat Orthoklas ist, Syenit, oder aber, wenn jener als saurer Plagioklas auftritt, Diorit, zwei Tiefengesteine, die, weil beide ebenfalls vollkommen körnig, dem Granit äußerlich sehr ähnlich sehen, aber doch auch von dem Laien als solche erkannt werden sollten. Nehmen wir einmal den

Syenit (Taf. VI, Fig. 3),

dessen Name von der ober-ägyptischen Stadt Syene sich herschreibt, woher, wie schon Plinius berichtet, die alten Ägypter das Haupt-

material zu ihren Riesendenkmälern (Obelisken, Tempelsäulen ꝛc.) holten. Die Hauptmasse des Gesteins besteht aus (fleischrotem) Feldspat, zwischen dem pechschwarzer Glimmer und rabenschwarze Hornblende sichtbar wird. Letztere giebt der ganzen Masse ein dunkles, meist dunkelgrünes Aussehen, wodurch namentlich geschliffene Stücke sich leicht vom Granit unterscheiden lassen.

Der Syenit ist ein Tiefengestein, das aus Kalifeldspat (mit Hinzutritt von saurem Plagioklas) und Biotit, Hornblende oder Pyroxen besteht. Darnach unterscheidet man je nach Art der gefärbten Gemengteile Glimmersyenit, Hornblendesyenit und Augitsyenit.

Zu letzterem zählt auch das berühmte Gestein vom Monzoni bei Predazzo in Südtirol (Monzonit). Dasselbe verdient besonders auch deshalb Beachtung, weil es eine Durchschnittszusammensetzung besitzt, also in seinen chemischen Bestandteilen dem Normalmagma des Erdinnern mehr oder weniger entspricht.

Im allgemeinen ist der Syenit seltener als der Granit, kommt aber doch fast überall mit diesem vor und bildet ganz ebenso allerlei Abarten von grob-, mittel- und feinkörnigem Gefüge. Die bekanntesten Plätze, an denen er in Deutschland sich findet, sind der Plauen'sche Grund bei Dresden, der südliche Schwarzwald, (Todtmoos) und Odenwald (an der Bergstraße), der Spessart bei Aschaffenburg, sowie die Vogesen bei Giromagny. Nächst dem sächsischen ist der schwedische der berühmteste, der denn auch gleich jenem vielfach exportiert wird.

Granit und Syenit sind nämlich wegen ihrer Härte und des herrlichen Glanzes, den geschliffene Stücke zeigen, ganz besonders geeignet zu Sockeln von Denkmälern, Grabsteinen, Säulen u. dgl., wogegen man sie eben ihres „massigen" Wesens halber nicht wohl zu Quadern behauen kann. Geschliffene Blöcke dieser beiden Gesteinsarten gehören zum schönsten, was man sehen kann, und sind von ewiger Dauer (z. B. die Granitsäulen in St. Paolo in Rom, die Jubiläumssäule auf dem Schloßplatz in Stuttgart, die Syenitsockeln bei verschiedenen Standbildern daselbst u. dgl.).

Durch Vorherrschen des Kalknatronfeldspates gehen die Syenite und Granite in diejenige Gesteinsart über, welche wir als

Diorit

bezeichnen. Der Diorit enthält statt des Orthoklases — und das ist charakteristisch für dieses Gestein — sauren Plagioklas. Chemisch betrachtet gehen also bei ihm die Alkalien (Kali und Natron) zurück, wogegen der Kalkgehalt zunimmt.

Die Quarzdiorite entsprechen dabei den Graniten, die quarzfreien Diorite den Syeniten.

Wir haben es nämlich bei den Dioriten mit Plagioklasgesteinen zu thun, bald mit, bald ohne Quarz, dagegen stets mit hinzugetretenem sei's Biotit, sei's Hornblende, sei's Pyroxen (Augit). Darnach unterscheidet man Quarzdiorit und quarzfreien Diorit, und zwar jeweils wieder als Glimmerdiorit, Hornblendediorit und Augitdiorit.

Das Aussehen des Diorits ist dem des Syenits mehr oder weniger ähnlich; die schwärzlichen Hornblendesäulchen geben beiden eine dunkelgrüne Färbung. Dagegen ist das Korn beim Diorit meist feiner als bei Granit und Syenit, worauf auch sein Name anspielt. Der berühmte Mineraloge Hauy nämlich, der denselben gab, wollte damit andeuten, daß man beim Diorit das körnige Gefüge und seine einzelnen Bestandteile gerade noch mit bloßem Auge unterscheiden könne (griech.: „der unterscheidbare").

Unter den verschiedenen Abarten des Diorits sei insbesondere der sogen.

Kugeldiorit oder Korsit

erwähnt, der zwar bis jetzt nur bei Ajaccio auf der Insel Korsika, und zwar in Granit eingebettet, gefunden, aber seiner auffallenden Schönheit halber immerhin für würdig erachtet wurde, den Namen des großen Korsen (Napoleon I) zu führen und seine Vaterstadt zu verherrlichen.

Die kuglige Absonderung ist ja, wie wir oben schon gehört haben, bezeichnend für die Tiefengesteine und kommt auch bei Granit, Gabbro und Syenit vor.

Der Diorit ist gleich dem echten Granit und Syenit ein entschiedenes Eruptivgestein, das deshalb auch mit jenen beiden oft genug vergesellschaftet erscheint.

Diorit kommt in Deutschland vor an der Roßtrappe, im

Schwarzwald und Odenwald, auf dem Kyffhäuser, bei Ruhla im Thüringer Wald, im Erzgebirg bei Freiberg, in Nassau bei Wissenbach und auch in den Alpen. Sehr nahe mit ihm verwandt, in chemischer Beziehung sogar dasselbe, ist der sogenannte Porphyrit, der aber als Ganggestein später zur Besprechung kommt.

Dagegen führen wir hier als letzte eine Gesteinsart an, die zu den Tiefengesteinen gehört und ebenfalls den Feldspat (und zwar in der Form von Plagioklas) zur Grundlage hat, nur daß dieser meist kalkreich ist.

Es ist dies der

Gabbro (Taf. V, Fig. 2),

dessen Name aus Toskana stammt, wo dieses Gestein in dem Städtchen Gabbro unter dem Namen „Granito di Gabbro“ gebrochen und verarbeitet wird. Schon dieser Name besagt, daß die Masse mit den bisherigen, nämlich Granit, Syenit und Diorit mehr oder weniger verwandt ist. In der That ist dies der Fall, nur fehlt hier der Quarz ganz, und neben dem basischen Feldspat finden wir meist Diallag (Blätteraugit), seltener Hornblende. Ersteres Mineral, wie schon sein Name besagt (Diallag, griech. „der sich verwandelnde“, von dem schillernden Metallglanz seiner glimmerähnlichen Blätter), erinnert an etwas Metallisches, enthält auch, ganz wie der Augit, neben kieselsaurer Magnesia und Kalk etwas Eisen und giebt den Gesteinen, in denen es vorkommt, ein prachtvolles Aussehen. Berühmt sind in dieser Hinsicht die Blöcke beim Dorf Le Prese im Addathal zwischen Bormio und Tirano.

Die Gabbrogesteine bestehen wesentlich aus basischen Plagioklasen, während in den Dioriten saure Plagioklase (Oligoklase) vorherrschen. Dieser Unterschied macht sich besonders im Kieselsäuregehalt bemerklich, der beim Gabbro 3—5 % geringer ist als beim Diorit. Außerdem kommen neben Diallag als wesentliche Gemengteile bei gewissen Gabbroarten rhombischer Pyroxen, Hypersthen und Bronzit vor.

Der schöne Schillerspat von der Baste (nordwestlich vom Harz an der Straße von Harzburg nach Braunlage), der neuerdings auch nach seinem Fundort Bastit genannt wird, sowie der Broncit von Kupferberg im Fichtelgebirge mit seinen tombak-

bis nelkenbraunen, glänzenden Blättern gehört hieher. Als bekanntestes Mineral kommt in gewissen Gabbrogesteinen der prächtige Smaragdit vor. Er ist ein schöner, grasgrüner Amphibol und wahrscheinlich Umwandlungsprodukt des Diallag. Mit dem Smaragdit zusammen bildet der ebenfalls grüne sogen. Saussurit, dem großen Saussure zu Ehren genannt, den Saussuritgabbro. Derselbe ist im Gegensatz zum Smaragdit ein Zersetzungsprodukt des Feldspats. Eines der berühmtesten Saussuritgabbrogesteine ist dasjenige vom Allalingletscher im Wallis. Blöcke davon sind in Menge im Waadtland und auf dem Jura durch diluviale Gletscher zerstreut worden.

Durch seinen lebhaften Farbenschiller ist ferner der Feldspat eines Gabbrogesteines, welches sich an der Labradorküste in Grönland findet, bekannt geworden.

Missionare der deutschen Brüdergemeinde fanden das prächtige Mineral, welches den Namen Labrador erhielt, zuerst auf der St. Paulsinsel und brachten es nach Europa.

Das blaugrüne Schillern, das besonders bei geschliffenen Stücken hervortritt, ist sogar unter dem Namen „labradorisieren" in die Wissenschaft eingeführt worden, gerade wie man aus dem ganz ähnlichen Schiller des Opals das Wort „opalisieren" gebildet hat. Das Gestein selbst, in welchem in Grönland der Labrador bricht, ist sogen.

Hypersthenfels (griech. „überkräftig", weil er noch mehr glänzt und schillert als Hornblende und Augit).

Häufig ist der Gabbro zumal der Olivin führende, auch mit Serpentin vergesellschaftet, der wohl durch Umwandlung aus jenem hervorging; gewisse andere Gabbrogesteine enthalten viel Olivin beigemengt, so daß man dann geradezu von einem

Olivingabbro redet, so auf den schottischen Inseln Mull und Skye, auch im Veltlin); der Olivin wird hier wie im Basalt sofort an seiner gelblich- oder olivengrünen Farbe (ganz wie Bouteillenglas) erkannt.

Im übrigen gehören all die genannten Gesteinsarten zum Gabbro, der als massiges Gestein stockartig zwischen kristallinischen Schiefern, auch wohl zwischen Silur- und Devonschichten eingebettet liegt, also jedenfalls zum Teil archäischen und paläozoischen Alters ist. Als Hauptplätze seines Vorkommens in Deutschland wären

zu nennen: Das Radauthal im Harz, Ebersdorf in Schlesien, Penig im sächsischen Granulitgebirge und Wolpersdorf in der Grafschaft Glaz. Auch im Schwarzwald und Odenwald, in den Alpen und im Fichtelgebirge kommen Gabbrogesteine vor.

An die bisher betrachteten und nun zu Ende geführten Tiefengesteine schließen sich, wie oben gesagt, in unmittelbarem Gefolge die Ganggesteine an, die zum Teil noch körnige Struktur besitzen, zum Teil aber wie die Ergußgesteine porphyrisches Gefüge aufweisen. Sie vermitteln also auch in dieser Hinsicht zwischen den beiden andern Gesteinsklassen.

Was nun die Einteilung der Ganggesteine betrifft, so unterscheiden wir, wie bereits erwähnt, granitporphyrische, aplitische und lamprophyrische Ganggesteine. Für unsere Zwecke kommen indes, da die beiden letzteren Gruppen von untergeordneter Bedeutung sind, eigentlich nur die ersteren in Betracht. Da dieselben, wie ebenfalls oben schon angedeutet wurde, jeweils den Tiefengesteinen entsprechen, so bekommen wir unter den

1. Granitporphyrischen Ganggesteinen

von selbst die folgenden vier Arten: Granitporphyr, Syenitporphyr, Dioritporphyrit und Gabbroporphyrit.

Die Granitporphyre sind mit den Graniten aufs engste vergesellschaftet, indem dieselben vielfach in diesen selbst oder in deren Nebengesteinen gangförmig auftreten. Sie zeigen eine mittel- bis feinkörnige, seltener dichte Grundmasse, in welcher (Kristall-) Ausscheidungen von Quarz, Feldspat und Glimmer eingesprengt sind. Ihre Hauptfarbe ist rot, doch kann dieselbe auch ins Graue und Grüne übergehen. In Deutschland begegnet man diesen Gesteinen häufig im Schwarzwald, im Odenwald, im Harz und im Erzgebirge, sowie im bayrischen Walde.

Wie dem Granit der Granitporphyr so entspricht dem Syenit der Syenitporphyr, welcher sich demnach von ersterem nur dadurch unterscheidet, daß er frei von Quarz ist. Diese syenitischen Ganggesteine treten häufig mit den Granitporphyren verknüpft in den gleichen Bezirken auf. So finden wir dieselben wieder im Schwarzwald, im Harz u. a. a. O.

In dem nämlichen Verhältnis wie die soeben besprochenen Ganggesteine stehen die Dioritporphyrite und Gabbroporphyrite zu ihren Tiefengesteinen. Sie besitzen deren chemische und mineralogische Zusammensetzung und sind nur durch ihr porphyrisches Gefüge sowie durch ihr Auftreten in Gangform von jenen unterschieden. Von den Granit- und Syenitporphyren unterscheiden sie sich durch Herrschen der Kalknatronfeldspäte, sowie durch die meist grünlichen Färbungen.

Während die Dioritporphyrite, z. B. in den Alpen, in Begleitung der Granitporphyre weit verbreitet sind, ist der Gabbroporphyrit eine seltene Erscheinung. Der einzige typische Vertreter dieser Gesteinsgruppe wurde bis jetzt vom Frankenstein bei Darmstadt bekannt.

Porphyr und Porphyrit als Material für das Kunsthandwerk.

Früher benützte man auch in der Wissenschaft vielfach die Farbe als Unterscheidungsmerkmal für die Porphyre und teilte letztere durchweg in rote oder grüne ein, wie dies die Künstler in der Praxis noch heute thun. Und hier mag es auch durchaus berechtigt erscheinen; ja den Arbeitern muß man es hingehen lassen, wenn sie je und dann porphyrische und porphyritische Gesteine auch mit den Namen „Serpentin" oder gar „Marmor" belegen.

So nennen z. B. in der That die heutigen Künstler in Italien die grünen Porphyre (Dioritporphyrite), die vielfach dort als Sockel von Denkmälern und Säulen verschliffen werden, kurzweg Serpentino verde antico („grüner Serpentin der Alten"). Es ist in der That auch wohl dasselbe Material, das die alten griechischen Künstler im Peloponnes geholt und verschliffen haben und das schon Plinius unter dem Namen Marmor Lacedaemonium viride („grüner lacedämonischer Marmor") beschreibt.

Daß hier von „Marmor" und dort von „Serpentin" geredet wird, hängt damit zusammen, daß Arbeiter und Bildhauer einen Stein eben nach dem äußeren Ansehen beurteilen, ohne viel nach dessen Bildung und chemischer Zusammensetzung zu fragen.

Daß sämtliche Porphyrarten, die roten wie die grünen, in guten, unzersetzten Stücken sich vortrefflich als Material für das Kunsthandwerk eignen und seit uralter Zeit hiezu benützt

wurden, geht schon aus dem vorhin Gesagten hervor. Denn wenn auch sie gleich allen eigentlichen „Massengesteinen“ nur sehr schwer in Quaderform behauen werden können und daher zu gewöhnlichen Bausteinen sich keineswegs eignen, so ist dieses Material seiner Härte und Schönheit wegen und weil es meist einen vortrefflichen Schliff annimmt, umsomehr für Sockel von Bildsäulen, für Säulen, Tische, Altäre u. dergl. in Kirchen verwendbar.

Sollen wir nun auch noch über die

2. aplitischen und

3. lamprophyrischen

Ganggesteine einige Worte sagen, so sei nochmals daran erinnert, daß es sich hier wie dort um Äquivalente der Tiefengesteine handelt, nur daß die Zusammensetzung der Gemengteile jeweils eine andere ist als bei den granitporphyrischen Ganggesteinen, die wir bisher betrachtet haben.

Die Aplite nämlich stellen die sauren, die Lamprophyre die basischen Spaltungsprodukte der entsprechenden Tiefengesteine dar. Demnach kann man, da jedes Tiefengestein auch ein ihm zugehöriges derartiges Ganggestein besitzt, von Granitaplit, Syenitaplit ꝛc. reden. Da diese Gesteine aber in der Natur keine besondere Rolle spielen, sei nur kurz noch folgendes darüber gesagt:

Granitaplit besteht aus Quarz und den entsprechenden Feldspäten mit wenig oder gar keinen gefärbten Bestandteilen. Wir haben demgemäß hier stets Gesteine mit heller Farbe, die häufig mit Quarzgängen verwechselt wurden und noch werden.

Die Lamprophyre dagegen sind dunkel gefärbte Ganggesteine. Als Typus derselben kann man die sogen. Minetten betrachten, welche aus Glimmer und Hornblende oder Pyroxen mit wenig farblosen Gemengteilen (Quarz und Feldspat) bestehen. Sie kommen gangförmig z. B. im Wallis, in den Vogesen und im Odenwald vor.

Zu den Ganggesteinen, und zwar den aplitischen gehört auch noch eine Gesteinsart, die wegen ihres öfteren Vorkommens und interessanten Aussehens nicht ganz übergangen werden darf:

Der Pegmatit und Schriftgranit.

Der Pegmatit ist ein sehr großkörniges Aggregat von Orthoklas (in Kristallen bis Fußlänge und darüber), weißem Quarz und großen Tafeln von silberschimmerndem Glimmer, welchem häufig säulenförmige Turmaline sich beigesellen (Penig in Sachsen, Langenbielau in Schlesien, Zwiesel im bayrischen Wald, Ruhla in Thüringen). Eine besondere Art von Pegmatit ist der sogen. Schriftgranit, in welchem große Feldspatkristalle derart mit Quarz verwachsen sind, daß die letzteren auf den Spaltungsflächen des Feldspats im Querbruch in Figuren ähnlich hebräischen Buchstaben hervortreten. Er kommt in untergeordneten Partien als Ganggestein der Granitmassive von Bodenmais im bayrischen Wald, Ehrenberg bei Ilmenau, bei Tharand in Sachsen und im Riesengebirg vor.

Da die Tiefengesteine, an deren Schluß wir nunmehr angelangt sind, samt den ihnen zugehörigen Ganggesteinen lauter richtige Eruptionserzeugnisse sind, so liegt es in der Natur der Sache, daß sie vielfach Veranlassung zu Kontaktmetamorphosen gegeben haben (vgl. oben S. 37 ff.).

Als solche sind z. B. die berühmten Chiastolite im Thonschiefer von Gefrees im Fichtelgebirge anzusehen. Auch die Bildung der Staurolit-, sowie diejenige der sogen. Fleck-, Frucht-, Knoten- und Garbenschiefer ist durch Kontaktmetamorphose granitischer Gesteine mit Urthonschiefern zu erklären. Die hier genannten Schiefer selbst werden wir später bei den Phylliten des näheren besprechen.

Zinnerzlager.

Endlich soll hier noch einer anderen wichtigen Gesteinsbildung gedacht werden, die zweifellos infolge der emporgedrungenen Tiefen- und hauptsächlich der granitischen Tiefengesteine ins Dasein trat, so zwar, daß es diesmal aufsteigende Gase und Dämpfe waren, die aus den noch heißen unterirdischen Massen empor und in die Nebengesteine eindrangen. Wir meinen die auch für den Bergbau so überaus wichtigen Zinnerzlagerstätten nebst den sie begleitenden Gesteinsarten, die eben jenen Tiefengesteinen ihr Dasein verdanken.

Die aus letzteren aufsteigenden Dämpfe, die sowohl Borsäure als Fluorwasserstoff, häufig aber auch Zinn enthielten, waren die Veranlassung, daß sich auf Klüften im Granit Zinnerz absetzte. Zugleich wurde der Granit selbst durch jene Fluß- und Borsäuredämpfe zersetzt; so entstand hier Topas und Flußspat, dort Turmalin.

Auch der oben (S. 230) unter den verschiedenen Granitarten aufgeführte Greisen, der nur noch aus Quarz und lithionhaltigem Glimmer besteht, ist ohne Zweifel auf diese Weise entstanden, wie er denn auch stets mit Zinnerz zusammen auftritt. Beim Greisen haben wir es also immerhin mit einem echten, nur eben durch Dämpfe umgewandelten Granit zu thun.

Etwas anderes ist es bei dem ebenfalls oben schon neben dem Greisen erwähnten Schörl- oder Turmalinfels vom Auersberg bei Eibenstock, sowie bei dem in seiner Art ebenso interessanten Topasfels vom Schneckenstein im sächsischen Voigtland. Diese Gesteinsarten entstanden dadurch, daß die betreffenden mit Säuren geschwängerten Dämpfe aus den noch heißen Granitmassen in das Nebengestein eindrangen und dieses in der genannten Art umwandelten, d. h. zur Entstehung der jetzt darin vorkommenden Mineralien Veranlassung gaben.

Wahrscheinlich verdankt auch der in mächtigen Lagern in Grönland auftretende Kryolit, ein Natrium-Aluminium-Fluorid, sein Dasein einem ähnlichen Prozeß.

Die bekanntesten, auf die oben beschriebene Weise entstandenen Zinnerzlagerstätten sind Altenberg und Zinnwald im Erzgebirg, wo das Zinn im Greisen (bezw. Zwitter) sich findet.

Auch auf der Insel Elba kann man die Kontaktwirkungen des Granits auf die Nebengesteine und die dadurch erfolgte Umwandlung der letzteren (kristalline Schiefer) in großartiger Weise beobachten.

Kapitel II:

Die Ergußgesteine.

Wir erinnern zunächst nochmals an das oben Gesagte, daß nämlich jedem Tiefengestein, wie ein Ganggestein, so auch ein Ergußgestein entspricht und entsprechen muß. Und wenn, wie wir gehört haben, die in der Tiefe langsam und unter hohem Druck erstarrten Glutmassen infolge von dieser Erstarrungsart im wesentlichen ein körniges, die entsprechenden Ganggesteine ein körniges oder ein porphyrisches Gefüge angenommen haben, so herrschen nun bei den als „Laven" an die Erdoberfläche emporgedrungenen und hier an der Luft rasch erstarrten Ergußgesteinen porphyrische Struktur sowie dichte oder gar glasige Grundmassen vor.

Ein weiterer wesentlicher Unterschied gegenüber den Tiefengesteinen beruht auf der Thatsache, daß die letzteren nie von vulkanischen Tuffen begleitet werden, welche man dagegen vielfach in Gesellschaft der Ergußgesteine antrifft. Da die vulkanischen Tuffe die losen Auswurfsprodukte der Vulkane sind (Aschen und Bomben), so leuchtet wohl ein, daß die Tiefengesteine in keine räumliche Beziehung zu den ihnen entsprechenden Tuffen treten können; wohl aber sind die Laven aufs engste in ihrer Lagerung mit den Tuffen verknüpft, wie wir es sowohl an den heute noch thätigen Vulkanen (Vesuv, Aetna 2c.), als auch in alten Vulkangebieten beobachten können.

Wir geben nun im folgenden zuerst eine allgemeine Übersicht über die Ergußgesteine.

1. Den Graniten

entsprechen

a) die Quarzporphyre,

die den älteren, und

b) die Liparite (Rhyolite),

die den jüngeren Formationen angehören; d. h. von denen die ersteren in der paläozoischen und mesozoischen, die letzteren in der tertiären Zeit ausgebrochen sind und noch heute unsern Vulkanen entströmen.

Die ihnen entsprechenden glasigen Glieder sind die Liparitobsidane, die Perlite und die Pechsteine. Die letzteren sind wasserreiche Gläser, die Perlite wasserarm und die Obsidiane wasserfrei. Man kann diese glasigen Gesteine einschließlich der Bimssteine auch wohl unter dem Namen „saure Gläser“ zusammenfassen.

2. Den Syeniten

stehen als Ergußgesteine zur Seite

a) die quarzfreien Porphyre,

b) die Trachyte,

wobei jene wieder der älteren, diese der jüngeren Zeit angehören.

Als weitere wichtige Ergußformen gewisser alkalireicher Syenite (Nephelin- und Leucitsyenite) sind noch

c) die Phonolite und Leucitophyre

zu nennen.

3. Die Diorite,

bei denen man nicht minder quarzfreie und quarzhaltige unterscheiden muß, haben dementsprechend ebenfalls wieder verschiedene Arten von Ergußgesteinen.

Den Quarzdioriten sind äquivalent

a) die Dacite und

b) die Quarzporphyrite,

den quarzfreien Dioriten dagegen

c) die Andesite und

d) die Porphyrite.

4. Die Gabbrogesteine

zeigen als Ergußformen

a) den Diabas,

b) den Melaphyr (und Augitporphyr), sowie

c) den Basalt (Feldspatbasalt),

die hier dem Alter nach aufgezählt sind, sofern die Diabase und Melaphyre der vortertiären Zeit, die Basalte dagegen der känozoischen Periode angehören.

Und nun gehen wir an die Einzelbeschreibung dieser verschiedenen Arten von Ergußgesteinen und beginnen also mit

A. den Ergußformen der granitischen Magmen,

und zwar

1. dem Quarzporphyr (Felsitporphyr, Taf. III, Fig. 2),

der wesentlich und zwar dadurch von den oben beschriebenen Granitporphyren sich unterscheidet, daß letztere Ganggesteine darstellen, während wir es bei ersterem mit einem typischen Ergußgestein zu thun haben. Dieser Quarzporphyr bildet daher, wo er vorkommt, meist mächtige Decken, das Ergebnis der feurigen Glutmassen, die sich einst über weite Strecken ergossen haben. Am bekanntesten ist in dieser Beziehung vielleicht der Quarzporphyr von Bozen (in Südtirol), in den dort meilenweit der Eisack sein schmales und tiefes Flußbeet eingenagt hat, so daß das Thal häufig nur für Straße und Fluß Raum bietet und ein weiterer Platz für die Bahnlinie erst dem Berg abgerungen werden mußte. Wer schon über den Brenner nach Verona gefahren ist, der kennt ja wohl die schroffen, dunkelroten Massen, auf deren Vorsprüngen und steil aufragenden Felsen so manches Schloß, so manche herrliche Ruine sitzt (z. B. die Trostburg bei Waidbruck).

Diese Bozener Quarzporphyre sind gegen Ende der paläozoischen Zeit hervorgebrochen. Noch älter sind diejenigen in Schlesien und Halle a./S., die dem Carbon (Steinkohlenperiode) angehören. Ins Rotliegende fällt die Eruption der aus dem badischen Schwarzwald (Baden-Baden und Oppenau), sowie aus der Heidelberger Gegend (Dossenheim) bekannten Quarzporphyre, ebenso derjenigen des Nahethals (Kreuznach), des Thüringerwalds und der Vogesen.

Sie sind häufig mit Quarzporphyriten, Porphyriten und Melaphyren vergesellschaftet, wie die

2. (Rhyolite) Liparite

mit den Daciten und Andesiten, die sämtlich den jüngeren Erdperioden angehören. Es handelt sich hier stets um Laven aus der

Tertiär- und Jetztzeit, die aus den Vulkanen sich ergossen haben und noch ergießen, und infolge davon oft als mächtige Ströme oder Decken sich ausbreiten.

Die Liparite haben dieselben Gemengteile wie die Quarzporphyre. In ihrer meist dichten Grundmasse liegen größere Quarz- und Feldspateinsprenglinge.

Die letzteren zeigen nur in den jungen Lipariten frisches Aussehen: es sind Sanidine, während der Kalifeldspat der älteren Quarzporphyre eine derbe Beschaffenheit aufweist. Abgesehen von dem Erhaltungszustand infolge des verschiedenen Alters ist zwischen Quarzporphyr und Liparit kein Unterschied. Die Quarzporphyre sind im Gegensatz zu den meist hellfarbigen frischen Lipariten häufig rot gefärbt durch Ausscheidung von Eisenoxyden. Für solche rotgefärbte Porphyre wurde schon im Altertum der Name „Porphyrites“ in Anwendung gebracht.

Die infolge rascher Abkühlung glasig erstarrten liparitischen Gesteine werden nach ihrem Wassergehalt in Pechsteine, Perlite und Liparitobsidiane eingeteilt.

Pechstein.

Die Pechsteine sind wasserreiche Gläser von grüner, roter und brauner Farbe, welche dem ihnen eigenen Pechglanz ihren Namen verdanken. Solche Pechsteine treten sowohl mit Lipariten als mit Quarzporphyren zusammen auf. Tertiäre Pechsteine finden sich in der Gegend von Schemnitz in Ungarn, in der Auvergne, auf Island u. a. O. Am bekanntesten dürften wohl die Pechsteine von Meißen, Spechtshausen und Zwickau in Sachsen sein, welche in enger Beziehung zu den dortigen Quarzporphyren stehen. In Meißen bilden die kaolinisierten Quarzporphyre und die Pechsteine das Material für die berühmte Meißener Porzellanindustrie.

Perlstein (Perlit).

Die Perlite sind wasserarme Gläser, welche eine eigentümliche kugelige Absonderung zeigen. Da die kleinen Glaskugeln, welche in der glasigen Grundmasse dieser Gesteine oft dicht gedrängt eingebettet erscheinen, Glasperlen nicht unähnlich sind, so hat man diese Gesteine „Perlsteine“ oder Perlite genannt. Die

einzelnen Perlen bestehen aus Glas und sind durch schaligen Bau ausgezeichnet. Nicht zu verwechseln mit ihnen sind die sog. Sphaerolite, welche ebenfalls als kugelige Bildungen in glasreichen Ergußgesteinen beobachtet werden. Diese Sphaerolite sind nämlich radialfaserige Gebilde, welche durch entsprechende Aggregation der ersten Mineralausscheidungen gebildet wurden.

Die Perlite treten in den größeren Liparit- und Trachytgebieten auf, so z. B. im Hliniker Thal bei Schemnitz in Ungarn, ferner in den Vereinigten Staaten von Nordamerika (z. B. im Graß Cañon).

Obsidian.

Als wasserfreie Gläser endlich bezeichnen wir die Obsidiane, graue bis schwarze glasglänzende Gesteine, welche wie die Pechsteine und Perlite mit Lipariten zusammen vorkommen (Island, Liparische Inseln, Yellowstonepark).

Der Name „Obsidian" wurde diesen vulkanischen Gläsern schon von Plinius gegeben, wogegen der viel ältere Theoprast ihn „Liparaios", d. h. den „Liparischen" nennt. Bis auf den heutigen Tag nämlich liefern die liparischen Inseln die schönsten Sorten dieses „Glases" von meist schwarzer, oft auch grünlicher Farbe. Auf Island bekommt mancher Obsidian porphyrische Struktur, indem derselbe glasige Feldspateinsprenglinge (Sanidin) enthält.

Bimsstein.

Infolge von Gas- und Dampfentwicklung beim Ausbruch können solche Gläser blasig-schaumige Massen bilden, welche unter dem Namen Bimsstein allgemein bekannt sind. So stehen die Bimssteine auf Lipari mit den dortigen Obsidianen in allerengster Verbindung. Die besten Stücke kommen in Blöcken vor, die der Vulkan auswirft; doch zeigen auch die Obsidianströme an ihrer Oberfläche ausgezeichnete Bimssteinbildung. In Deutschland finden sich Bimssteine in den Tuffen der erloschenen Vulkane des Laacher Sees in weiter Verbreitung. Wir gehen nun über zu

B. den Ergußformen der syenitischen Magmen,

unter denen als die wichtigsten die quarzfreien Porphyre, die Trachyte und die Phonolite hier aufgezählt werden sollen. Was

1. den quarzfreien Porphyr

betrifft, so ist zunächst dieser Name „cum grano salis“ zu verstehen, d. h. es fehlt diesem Gestein der Quarz keineswegs ganz, sondern tritt nur gegenüber dem Quarzporphyr bedeutend zurück; doch ist eine scharfe Grenze zu letzterem nicht einmal zu ziehen. Die Grundmasse der quarzfreien Porphyre enthält sogar sehr oft Quarz, nur die Einsprenglinge bestehen fast durchweg aus Feldspat, obwohl selbst auch solche aus Quarz ausnahmsweise vorkommen. Diese Gesteine werden daher am besten als Ergußgesteine von porphyrischer Struktur aus der paläozoischen Zeit bezeichnet, in denen Kalifeldspat vorherrscht, und Quarz sowie farbige Gemengteile unter den Einsprenglingen zurücktreten.

Die normalen Typen der quarzfreien Porphyre, die als solche eine ziemlich artenreiche Familie bilden, treten als Gänge und Decken z. B. im thüringischen Carbon und Rotliegenden auf (Friedrichtsroda im nördlichen Thüringer Wald), sowie im Saar-Nahegebiet; desgleichen wird ein derartiges Vorkommnis von Pieve im Vicentinischen beschrieben.

Rhombenporphyr.

Einen zweiten Typus der quarzfreien Porphyre stellen sodann die oben schon erwähnten Rhombenporphyre des südlichen Norwegens (zwischen Christiania und Langesundfjord) dar, die ebenfalls teils gang- teils deckenförmig dort auftreten. Sie zeichnen sich vornehmlich durch die eigentümliche Form der Feldspateinsprenglinge, sowie durch das völlige Fehlen des Quarzes in der Grundmasse aus, und sind offenbar Ergußformen von Augitsyeniten.

Keratophyr.

Ein dritter, hieher gehöriger Typus ist das von Gümbel unter dem Namen Keratophyr zuerst vom Fichtelgebirg beschriebene Gestein. Dasselbe ist ein bald quarzfreier, bald quarzhaltiger, durch natronreichen Kalifeldspat gekennzeichneter Syenitporphyr, der zur Devonzeit ausbrach und außer dem Fichtelgebirg hauptsächlich noch in Sachsen, Westfalen, Nassau und im Harz sich findet.

Haben wir es bei den quarzfreien Porphyren mit Erguß-

gesteinen aus der paläozoischen Zeit zu thun, so führen uns die beiden andern, Trachyte und Phonolite, ins Tertiär.

Beide sind verhältnismäßig reich an Kieselsäure, was sie von dem (kieselsäurearmen) Basalt unterscheidet. Die Trachyte sind außerdem noch an Kali und Natron reich, enthalten aber wenig Kalk, wogegen umgekehrt der Feldspatbasalt viel Kalk und nur verhältnismäßig wenig Alkalien enthält. Auch fehlt den Trachyten sowohl als den Phonoliten der freie Quarz, und deshalb eben zählen wir sie zu den Ergußgesteinen der Syenitgruppe. Sehen wir uns denn zunächst den

2. Trachyt (Taf. VIII, Fig. 1)

etwas an, so deutet schon der Name (trachys griech. „rauh") an, wie dasselbe oft genug unserem Auge erscheint: als eine rauhe, poröse, oft aber auch dichte Masse von grauer oder bräunlicher Farbe, in welcher der Feldspat und zwar als Sanidin in oft 1—2 cm breiten Kristalltafeln sich ausscheidet. Wohl kommt auch Oligoklas vor, aber selten in augenfälligen Kristallen ausgebildet.

Kölner Dombausandstein vom Siebengebirg.

Wer schon den Baustein des Kölner Doms (d. h. dessen ältere Teile) beobachtet oder das Material an Ort und Stelle, wo es einst für diesen Zweck gebrochen wurde, geklopft hat (in der „Domkaule" oder am Drachenfels bei Königswinter im Siebengebirg), der kennt jene glasigen Sanidintafeln, die durch den Hammerschlag wie infolge von Verwitterung aus der Grundmasse sich ablösen. Es ist das der echte Sanidintrachyt, wie ihn eben das Siebengebirge, und zwar in den mannigfaltigsten Modifikationen erzeugt. Dieses herrliche Gebirge, nicht viel über 5 km lang und breit, setzt sich aus einem Wirrsal von flachen Kuppen zusammen, die auf dem rechten Rheinufer gegenüber von Bonn allen Touristen auffallen müssen. Die Wolkenburg östlich vom Drachenfels, wo allerdings die großen Sanidinkristalle fehlen, der Stenzelberg bei Haisterbacherott, wo die mehr rötliche Trachytmasse in großen Brüchen zu einem viel gesuchten Baustein ausgebeutet wird, und andere Punkte sind auch um ihrer landwirtschaftlichen Reize willen den Rheinfahrern sehr zu empfehlen.

Vom Sanidintrachyt unterscheiden sich gewisse Hornblendetrachyte, wie die rötlichen von Kozelnik bei Schemnitz (Ungarn) und die Trachyte von Zentralfrankreich (Auvergne). L. v. Buch nannte dieses Gestein nach seinem Hauptvorkommen am Puy de Dome (bei Clermont) Domit und wies nach, daß dort an mehreren Punkten meilenlange Ströme desselben einst den Kratern entflossen sein müssen (s. Fig. 37 auf S. 269).

Eigentliche Trachytströme zeigen immer jene großen, glasigen Kristalle, wie wir sie vorhin vom Siebengebirg beschrieben haben; so z. B. ein Strom, der wohl noch in vorgeschichtlicher Zeit in den Golf von Bajä (bei Neapel) sich ergoß, und dessen Material demjenigen vom Drachenfels außerordentlich gleicht. Man hat daraus schließen wollen, daß das Siebengebirge und vielleicht auch manche Vulkane der Eifel in verhältnismäßig sehr später Zeit thätig gewesen seien, vielleicht sogar noch zur Zeit der Römer und alten Germanen. Man bezog darauf auch schon eine Stelle aus Tacitus, der erzählt, daß im Lande der Juhonen (Ubier bei Köln) „unversehens Feuer aus der Erde brach, Gärten und Landhäuser zerstörte und bis zu der neulich angelegten Pflanzstadt („Colonia" d. h. Köln) vordrang."

Daß gewisse Trachyte, wenn auch nicht gerade als Laven ausgeflossen, so doch als feurige Bomben in die Luft geschleudert worden sind, dafür haben wir ein vortreffliches Beispiel an dem eigenartigen Vorkommen von Trachytfladen im Ries bei Nördlingen. Dort finden sich beim Heerhof in der Nähe von Kirchheim (Ries) ganze Äcker voll solcher Stücke, denen man es an ihrem ganzen Aussehen anmerkt, daß sie einst als glühend-flüssige Massen ausgeworfen und in der Luft gedreht wurden, ganz wie man dies an den „Bomben" und „Fladen" sehen kann, welche unsere heutigen Vulkane ausstoßen (vgl. unsere Fig. 1 auf Taf. VIII).

Sollen wir außer den genannten noch weitere Lokalitäten angeben, wo sich in Deutschland Trachytgesteine finden, so sei neben dem Ries und Siebengebirge auf die Rhön (am Alsberg) verwiesen, auf den Westerwald (Gegend von Selters) und die Eifel (am Laacher See).

Außerhalb Deutschlands ist namentlich Siebenbürgen und Ungarn durch seinen Trachyt berühmt geworden. Das ungarische

Trachytgebirge, das wie das mexikanische auch Gold- und Edelsteine (Opal) führt, umgiebt einerseits das große vulkanische Gebiet zwischen Schemnitz und Kremnitz, andererseits steigt es zwischen Tokay und Eperies aus der Tiefebene der Theiß zu jenen Hügeln empor, deren Boden den allbekannten feurigen Wein liefert. Im ungarischen Trachyt finden sich dann auch Lager der eigentümlichen Perlite (Perlsteine). Die Trachyte haben wie die Liparite ihre glasigen Glieder, welche sich von den liparitischen Gläsern nur durch den niedrigeren Kieselsäuregehalt auszeichnen. Im übrigen gilt das bei den Liparitgläsern Gesagte auch für die trachytischen Gläser.

Gehen wir weiter zum

3. **Phonolit oder Klingstein** (Taf. IV, Fig. 1),

dem letzten unter den Ergußgesteinen der Syenitgruppe, so besteht derselbe vorwiegend aus Sanidin (glasigem Kalifeldspat oder Orthoklas) und Nephelin, welcher aber auch durch Mineralien der Hauyngruppe (Hauyn, Nosean und Sodalit) oder durch Leucit ganz oder teilweise vertreten sein kann. Die Phonolite entsprechen gewissen natronreichen Syeniten (den Elaeolit- oder Nephelinsyeniten); ebenso haben die Leucitophyre in den Leucitsyeniten ihre Tiefenäquivalente. In den Leucitophyren ist der Nephelin und der Sanidin nahezu ganz durch Leucit ersetzt. Ist in einem phonolitischen Gestein der Nephelin durch Leucit vertreten, so spricht man von Leucitphonoliten. Zwischen den normalen Nephelinphonoliten, den Hauynphonoliten und den Leucitophyren sind natürlich allerlei Übergangsformen möglich.

Die phonolitischen Gesteine kennen wir vorzugsweise aus jungvulkanischen Gebieten; doch sind z. B. aus Brasilien Phonolite karbonischen Alters beschrieben worden. Hier ist also von dem sonst üblichen Prinzip der Trennung in vortertiäre und jungvulkanische Gesteine Abstand genommen worden, und zwar mit Recht, da der Altersunterschied für die Gesteinsbenennung nicht mehr maßgebend sein kann, nachdem man einmal erkannt hat, daß die jungen Ergußgesteine, abgesehen vom Erhaltungszustand, mit den entsprechenden älteren Gesteinen vollkommen identisch sind.

Die Phonolite sind im Gegensatz zu den häufig mit ihnen vergesellschafteten Basalten nie schwarz, sondern grau bis grünlich-grau.

Sie zeigen ferner starke Neigung, sich in Platten abzusondern, die unter dem Hammer klingen: daher der gute altdeutsche Name, der dann von der Wissenschaft ins Griechische übersetzt wurde (Phonolit griech. „der klingende Stein"). In seltenen Fällen wird auch von Absonderung des Phonolits in Säulen berichtet, z. B. bei Spansdorf im böhmischen Mittelgebirge, sowie am Schmiedeberger Schloß bei Weipert.

Zeolit und Natrolit.

Bei der Verwitterung zeigen sich in den Phonoliten häufig schön kristallisierte Neubildungen, welche durch Zersetzung der leicht angreifbaren Nepheline und Hauyne entstanden sind. Es sind dies wasserhaltige Silikate oder Zeolite, von welchen der Natrolit am bekanntesten sein dürfte. Schöne Vorkommnisse dieses Minerales haben wir vom Marienberg bei Aussig, sowie vom Hohentwiel im Hegau. Die isabellgelben, konzentrisch-strahligen Natrolite des Hohentwiel (vgl. Taf. IV, Fig. 1) wurden als Ziersteine (zu Gesimsen rc.) in den königlichen Schlössern in Stuttgart verschliffen.

Stets finden wir die Phonolite in Begleitung von alkalireichen trachytischen und basaltischen sowie tephritischen Gesteinen und zwar sowohl in Form von Decken und Strömen, als auch in Kuppen und Gängen. Von einzelnen Phonoliten des böhmischen Mittelgebirges wurde sogar eine Einlagerung in den Kreideschichten nachgewiesen, derart, daß man von Phonolitlakkoliten sprechen muß. Wo die Phonolite in Kuppenform erscheinen, verleihen sie einer Gegend einen besonderen Reiz. So bedingen die Phonolitkegel des Hegau unbedingt die Schönheit dieser Gegend, welche ja wohl durch die im Süden aufstrebenden Alpen noch erhöht wird. Auch im böhmischen Mittelgebirge sind es die Phonolite, welche uns im landschaftlichen Bilde auffallen. Die phonolitischen Massen bilden daselbst zum Teil die höchsten Erhebungen dieses Gebirges z. B. den großen Donnersberg bei Bilin, sowie den Milleschauer bei Boreslaw. Ferner sind mehrere Phonolitmassen, z. B. der Marienberg und der Schreckenstein bei Aussig durch die Elbe angeschnitten, so daß sie mit steilem Gehänge zum Flusse abfallen. Sie erinnern lebhaft an die Phonolitkegel des Hegau.

In Böhmen sind diese Phonolite mit Nephelinbasalten und tephritischen Gesteinen eng verknüpft; dagegen finden wir im Hegau neben jenen nur Basalte und zwar Melilit- und Nephelin-Basalte. Außer in diesen beiden Gebieten kennen wir Phonolite noch im Kaiserstuhl, in der Rhön, in Thüringen, in der Lausitz u. a. O. Die Leucitophyre sind weit weniger verbreitet. Typische Vertreter dieser Gesteinsart kennt man aus der Eifel, dem Kaiserstuhl und dem Erzgebirge.

Wir kommen nun an die

C. Ergußformen der Diorite,

wobei wir wieder, wie oben schon angegeben, quarzhaltige und quarzfreie Diorite unterscheiden müssen. Jenen entsprechen die Dacite und Quarzporphyrite, diesen die Andesite und Porphyrite, die wir nun im einzelnen beschreiben wollen, zunächst also

1. die Dacite.

Der Name, von der altrömischen Provinz Dacien stammend, zu dem unter andern auch das heutige Siebenbürgen gehörte, wurde von Hauer und Stache in einer geologischen Beschreibung dieses Landes für eine Gruppe von älteren Quarztrachyten aufgebracht, die dort eine besondere Rolle spielen und wie auch überall sonst, wo sie vorkommen, in Verbindung mit (quarzfreien) Andesiten auftreten, also durchweg der känozoischen Zeit angehören. Man kennt das Gestein außer von Siebenbürgen und Ungarn hauptsächlich noch von den Anden. In seiner Struktur zeigt es große Verschiedenheit, wie man deshalb porphyrartige, trachytische und andesitische Dacite zu unterscheiden pflegt; mitunter trifft man förmliche Gläser. Die Farbe ist ziemlich licht, meist grau; manche Dacite aber sind durch Einsprenglinge von Augit, Hornblende und Biotit auch dunkler (grünlich) gefärbt.

2. Die Quarzporphyrite

werden am besten in quarzführende Glimmer- und quarzführende Hornblendeporphyrite eingeteilt. Sie zeigen meist porphyrische Struktur, können aber auch als förmliche Gläser auftreten.

Ihre Ausbruchszeit fällt in das Carbon und Perm; abgelagert haben sie sich bald in der Form von Decken bald in derjenigen von Gängen. Ersteres ist der Fall z. B. bei den Quarzporphyriten im Elsaß (Gegend von Schirmeck im oberen Breuschthal), im Nahegebiet (Gestein vom Nagelkopf und von Theodorshall) und in Schlesien; letzteres bei denjenigen in der Lausitz und in den Südalpen, und zwar hauptsächlich in der Gegend von Recoaro (Alphütte La Basto) bei Vicenza, wo die Triasschichten von ihnen durchbrochen sind. Ein ausgesprochener Quarzglimmerporphyrit kommt unter andern auch am Monte Bocche im mittleren Teil des Pellegrinthals von Südtirol vor, während ein ähnliches Gestein am Südrand des Harzes bei Ilfeld das Rotliegende durchbrochen hat. Typische Hornblendeporphyrite finden sich im sächsischen Carbon und Perm, insbesondere bei Potschappel im Plauen'schen Grunde, im Saar-Nahe-Gebiet (Waldböckelheim, Gegend von Limbach, Erbringen ꝛc.) und sonst. Auch die sogen. „schwarzen Porphyre" am Luganer See gehören hieher.

Fehlt der Quarz, so bekommen wir

3. Andesit,

der seinen Namen von dem mächtigen Kettengebirge Südamerikas, den Anden, hat, dessen himmelhohe Kegel (Chimborazo, Pichincha ꝛc.) bis über die Wolken (über 5000 m) emporragen und schon durch ihre Form auf vulkanischen Ursprung hindeuten. Sie sind samt und sonders zur känozoischen Zeit zum Ausbruch gekommen, die meisten während des Tertiärs; verschiedene reichen wohl ins Diluvium herab, ja einzelne zeigen noch heute Spuren von vulkanischer Thätigkeit. Das Gestein ist meist von kleinen (Oligoklas-) Kristallen durchspickt, kommt aber auch in glasiger Ausbildung vor. Unter den Einsprenglingen herrscht der Kalknatronfeldspat vor oder gewinnt sogar ausschließlich das Übergewicht, wodurch sich hauptsächlich der Andesit vom Trachyt unterscheidet. Farbige Silikate spielen eine untergeordnete Rolle, was ihn wieder vom Basalt trennt, und ihm, diesem seinem dunklen Bruder gegenüber, eine lichtere Färbung verleiht. Der Andesit ist demnach ein quarzfreies Kalknatronfeldspatgestein, das in gewissem Sinn zwischen

Trachyt und Basalt in der Mitte steht, eben darum aber auch zu diesen beiden, ganz besonders aber zum Basalt eine Menge von Übergängen zeigt.

Ihrer mineralogischen Zusammensetzung nach kann man hier wie bei den Porphyriten zwischen Glimmer-, Hornblende-, Enstatit- und Augit-Andesiten unterscheiden, je nachdem in dem betreffenden Gestein neben den oben genannten wesentlichen noch als weitere Gemengteile, sei es Glimmer oder Hornblende (Amphibol), sei es Enstatit (Bronzit und Hypersthen) oder Augit erscheinen.

Natürlich ist ihr Vorkommen nicht auf die „Anden“ beschränkt. Wir treffen Andesite auch auf den Philippinen und Sundainseln, auf Santorin, im Siebengebirge (Biotit-Augit- und Hornblende-Augit-Andesit vom Stenzelberg, der Wolkenburg, vom Hirschberg, Lohrberg, Bolvershahn 2c.) und insbesondere in Siebenbürgen und Ungarn (Gegend von Schemnitz und Kremnitz, Szaghberg bei Szopp a. Donau, St. Andrä-Visegrader Gebirgsstock bei Budapest, wo einzelne Partieen auch Granaten führen) 2c.; sie gehören aber überall auch hier, und wo sie sonst vorkommen, der känozoischen Zeit an.

Eine quarzfreie Ergußform des Diorits ist neben dem Andesit endlich das kurzweg

4. Porphyrit

genannte Gestein, dessen Ausbruch aber in die viel ältere paläozoische Periode (Carbon und Perm, auch noch Rotliegendes) fällt. In Deutschland finden wir typische derartige Porphyrite hauptsächlich im Harz (Ilfeld), in Thüringen (Allzunah bei Schleusingen, Schmalkalden) und dem Thüringer Wald (z. B. zwischen Amt-Gehren und Breitenbach, am Edelmannskopf 2c. früher als „Glimmerporphyr“, im Ilmenthal zwischen Ilmenau und Kammerberg, am Fuß des Schneidemüllerskopf 2c. als „Paramelaphyr“ bezeichnet), in Sachsen, im Saar-Nahegebiet, sowie im Unter-Elsaß (gut aufgeschlossen namentlich bei St. Nabor unter dem Ottilienberg unter den devonischen Schiefern und Grauwacken auf beiden Seiten des Pfriemthals). Die Gesteine kommen meist neben den Quarzporphyriten und in derselben Ausgestaltung und Zusammensetzung wie diese vor, nur daß eben der Quarz fehlt.

Auch der berühmte „Porfido rosso antico“ gehört hieher, der gangförmig im Granit des Djebel Dokhan zwischen dem Nil und Roten Meer in Oberägypten aufsetzt. Seine intensive Farbe verdankt er einem Gehalt von rotem Epidot, der offenbar ein Zersetzungsprodukt ist. Schon die alten Ägypter holten ihn zu ihren Denkmälern dorther, und in der Renaissancezeit wurde er abermals, hauptsächlich in Italien von Künstlern verarbeitet, die ihm deshalb auch jenen Namen schufen.

Schließen wir mit den

D. Ergußformen der Gabbrogesteine,

so lassen wir die drei hieher gehörigen Haupttypen, den Diabas, Melaphyr und Basalt, wohl am einfachsten dem Alter nach aufeinander folgen, indem wir gleich hier daran erinnern, daß der Diabas und der Melaphyr in vortertiärer Zeit, der Basalt dagegen während der känozoischen Periode zum Ausbruch kam. Sofern nun jedes Ergußgestein, das glutflüssig an die Erdoberfläche hervordringt und hervordrang, als „Lava“ bezeichnet werden kann, so steht nichts im Wege, die Diabase und die Melaphyre altvulkanische und die Basalte jungvulkanische Laven zu heißen. Nehmen wir einmal den

1. Diabas,

der, wenigstens in seinen Vorkommnissen in Deutschland, zur Silur- und Devonzeit zum Ausbruch kam, also hier jedenfalls älter ist als z. B. der während der Steinkohlenperiode emporgedrungene Granit des Schwarzwalds und Odenwalds, so soll zunächst sein Name (griech. „übergehend“) andeuten, daß die verschiedenen Arten desselben unmerklich ineinander übergehen. Dies ist auch in der That der Fall; denn der Diabas tritt, wie freilich die meisten Ergußgesteine, bald körnig, bald dicht, oft auch in Form des Mandelsteins auf. In ersterem Fall entspricht er den Doleriten, im zweiten den Basalten. Die dichten Diabase werden auch Spilite genannt. Die Mandelsteine sind ursprünglich blasige Laven, deren Blasenräume sekundär mit Mineralsubstanz (Kalkspat, Kiesel 2c.) ausgefüllt wurden.

Wenn Ergußgesteine porphyrische Struktur zeigen, so rührt

dies einfach davon her, daß die Gesteinsbildung bei ihrem Emporbringen eine Unterbrechung erfahren hat. Die Einsprenglinge, welche dieses Gefüge hervorrufen, hatten sich schon in der Tiefe ausgeschieden gehabt, als die Massen an die Erdoberfläche hervortraten. Da der Gesteinsfluß (das „Magma") in kältere Regionen gelangte, je weiter es sich gegen das Tageslicht emporhob, erstarrte der noch flüssige Brei rasch und schloß die schon früher gebildeten Mineralien als Einsprenglinge in seine glasige, dichte oder feinkörnige Grundmasse ein.

Vom Gabbro unterscheidet sich der Diabas nur in seiner geologischen Erscheinungsform, sofern er Erguß-, der Gabbro aber Tiefengestein ist. In chemischer Beziehung sind beide einander ganz gleich, d. h. sie führen dieselben Stoffe. Der Feldspat ist hier wie dort basischer Plagioklas und gehört zu den wesentlichen Bestandteilen des Diabas, so gut wie der Augit, der hier meist in unregelmäßigen Körnern, selten in ausgebildeten Kristallen vorkommt. Die Diabase zeigen häufig grünliche Färbungen; daher hat man früher all diesen Eruptivmassen den Namen „Grünsteine" gegeben. Die grüne Färbung der Diabase rührt wohl von Chlorit her, einem Zersetzungsprodukt der Augite.

Quarz ist im Diabas ebenso selten wie im Basalt. Doch kommen hin und wieder Lokalitäten vor, wo er so reichlich sich darin findet, daß man in diesem Fall geradezu von Quarzdiabasen reden könnte (so am Kelterhaus bei Ehrenbreitstein, bei Neustadt in der Nähe von Stolpen).

Die Diabase treten fast ausschließlich in Form von Gängen und Lagern in den paläozoischen Grauwacken, Thon, Kalk- und Kieselschiefern auf, indem sie nach ihrem Ausbruch aus der Tiefe (vielfach wohl unterseeisch) sich deckenartig auf dem Seeboden ausgebreitet haben; später wurden sie dann wieder von dem sich darüber lagernden Meeresschlamm zugedeckt.

Die Hauptgebiete in Deutschland, wo die Diabase oder Grünsteine auftreten, sind die Lahngegenden in Nassau (Weilburg, Dillenburg, Diez ꝛc.); aber auch im Harz, im Fichtelgebirg und im sächsischen Voigtlande trifft man große Lager von ihnen, ebenso im Silurbecken von Christiana (Norwegen) und im huronischen Schiefergebiet Nordamerikas. Auch die in den Samm-

lungen verbreiteten „Labradorporphyrite“ vom Ural sowie der berühmte Porfido verde antico von Marathonisi in Südmorea gehören hieher, welch letzterer gleich dem oben genannten Porfido rosso antico von Ägypten in der Künstlerwelt Italiens, zumal zur Renaissancezeit, eine große Rolle spielte. Doch gehen wir weiter zum

2. Melaphyr,

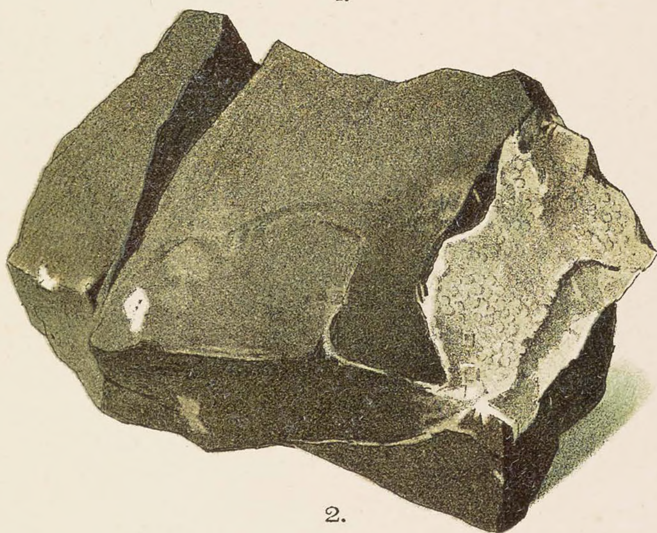
der ein ebenso typisches Ergußgestein der Gabbrogruppe darstellt, wie der eben besprochene Diabas und der nachher zu behandelnde Basalt. Während die Diabase, welche stets in stark gestörten Gebieten auftreten, meist tief eingreifende Umwandlungen durchgemacht haben, nähert sich der Melaphyr in seinem Erhaltungszustande den frischen Basalten. Auffallend ist, daß den Diabasen der Olivin meist fehlt, welcher in den Melaphyren stets enthalten ist. Die große Mehrzahl der Melaphyre stammt aus der mesozoischen Zeit; doch kann es nicht bezweifelt werden, daß wir auch Melaphyre haben, deren Eruptionszeit ins Perm und vielleicht noch weiter zurück verlegt werden muß. Um gleich die wichtigsten Lokalitäten zu nennen, so sei zuerst auf die mächtigen Melaphyrmassen am Lake superior in den Vereinigten Staaten hingewiesen, die das Muttergestein der dort so reichlich vorhandenen Kupfererze (mit viel gediegenem Kupfer) bilden; sie sind wohl altpaläozoischer Herkunft, gehören also der Zeit ihres Ausbruchs nach zu den ältesten Melaphyren, die wir kennen. Diejenigen im Saar-Nahegebiet, die dort vielfach in der Form von Mandelsteinen auftreten, sind in der Permperiode, diejenigen von Sachsen, vom mittleren Böhmen, von Hessen und Thüringen während der Bildung des sogen. Rotliegenden zum Erguß gekommen. Die berühmten Melaphyre oder, wie man sie dort heißt, Augitporphyre in dem Dolomitgebiet Südtirols (Bufaure und Seißer Alp in der Nähe des Schlern, Monzoni ꝛc. bei Predazzo) endlich sind triasischen Alters, und in der Krim finden sich solche aus der älteren Kreidezeit (Neocom).

Was die Struktur betrifft, so ist dieselbe beim typischen Melaphyr, wie bei allen rasch erstarrten Ergußgesteinen, (Lava, Basalt ꝛc.), dicht. Ja zwischen Melaphyr und Basalt ist überhaupt eigentlich

Tafel IV.



1.



2.

1. **Phonolit** (mit Natrolit). — 2. **Basalt** (mit Zeolit).

kein Unterschied zu machen außer dem, daß der (ältere) Melaphyr im Lauf der Zeit größere Umwandlungen erfahren hat, als sein jüngerer Bruder. Natürlich aber gaben und geben fortwährend bei unsern noch thätigen Vulkanen gewisse Vorgänge Veranlassung, daß die von Haus aus dichten Ergußmassen auch ein anderes, z. B. mandelsteinartiges Gefüge annehmen. Letzteres erscheint, wie gesagt, beim Melaphyr sehr häufig und rührt ganz ebenso wie da, wo es noch jetzt bei der Lavenbildung vorkommt, von Glasblasen her, die in dem Glutbrei aufstiegen und runde Löcher zurückließen, die dann später durch Infiltration mit allerlei Mineralien wieder ausgefüllt wurden (sogen. „Mandeln").

Wir unterscheiden im folgenden nach der strukturellen Ausbildung den eigenlichen Melaphyr, den Mandelstein und den sogen. Augitporphyr.

a) Der eigentliche Melaphyr

ist ein massiges, ungeschichtetes, dichtes Gestein, von dunkler, grünlich bis blauschwarzer Farbe, das im wesentlichen nur aus Feldspat (und zwar Plagioklas) und Augit besteht, also dieselbe chemische Zusammensetzung zeigt wie der Diabas.

Der Name (Melaphyr griech. = „schwarzer Porphyr"), der von Brongniart herstammt, scheint freilich ursprünglich auf diejenige Ausbildung bezogen worden zu sein, in deren schwarzer Grundmasse der Augit in Kristallform eingebettet liegt, der also ein entschieden porphyrisches Gepräge zeigt und an ältere Feuergesteine erinnert. Indes hat im heutigen wissenschaftlichen Sprachgebrauch das Wort die Bedeutung angenommen, daß man allgemein unter Melaphyr dichte, schwarze Massen versteht, die dem Basalt oft sehr ähnlich werden.

Solche Melaphyre kommen z. B. in Schlesien (Löwenburg und Landshut), Thüringen (Ilmenau), am südlichen Harz (bei Ilfeld), im Nahethal (bei Kreuznach und Kirn) und an anderen Orten vor. Außerhalb Deutschlands ist namentlich die Gegend von Predazzo im Fassathal (Südtirol) für dieses Gestein berühmt geworden, das auch in Nordamerika in der Kupferregion des Oberen Sees (Lake superior) eine ungeheure Ausdehnung hat.

Der Melaphyr bildet Gänge und Kuppen, namentlich aber

auch plattenförmige Lager, von oft kolossaler Ausdehnung zwischen den Schichten der Steinkohlenformation (z. B. im Zwickauer Kohlenrevier bei Planitz), vorzugsweise aber der Dyas, in deren Ablagerungszeit seine Ausbrüche fallen. Das Lagerhafte hängt wohl damit zusammen, daß die Eruptionen unter Wasser stattfanden und dann als Decken sich über den Schlammgrund der Meere ausbreiteten. Recht häufig zeigt sich aber der Melaphyr in der Ausbildung von sogen.

b) Mandelstein (Taf. VI, Fig. 2).

Das ist ein altdeutscher Bergmannsname, der gar nicht übel auf die rundlichen Höhlungen anspielt, deren Kern dann beim Zerschlagen wie „Mandeln" herauszuspringen pflegt. Jene Höhlen verdanken ihre Entstehung zweifellos den Gas- und Dampfblasen, die zur Zeit des Ausbruchs aus der feurigen Masse aufbrodelten und dieselbe so nach der Erstarrung in ein blasiges Gestein verwandelten. Später führten Sickerwasser, die Kieselsäure in sich aufgelöst enthielten, dieselbe in die Blasenräume und lagerten sie in der Form von Quarzkristall, Achat oder Chalcedon von außen nach innen langsam und schichtenweise an den Rändern ab, bis das Blasenloch damit ausgefüllt und die „Mandel" gebildet war.

Achatschleifereien im Idarthal.

Bei Oberstein und Idar im Nahethal, wo diese Mandelsteine ganz besonders schön entwickelt sind, haben die darin vorkommenden Achatkugeln seit alter Zeit die merkwürdige und heut noch blühende Industrie der Stein- (ursprünglich nur Achat-) Schleiferei ins Leben gerufen, die freilich gegenwärtig fast nur noch fremdes (von Brasilien, England ꝛc. eingeführtes) Material verarbeitet. Nicht minder berühmt sind die Achatkugeln von Netzberg bei Ilfeld (im südlichen Harz), deren keilförmige, „wie eine Scheermesserklinge" geschärfte Ränder gar schneidig in der schwarzen Melaphyrmasse liegen.

Auch der früher durch seine Achatgruben bekannte und stark durchwühlte Weiselberg bei Oberkirchen (10 km nordöstlich von St. Wendel, also ebenfalls im Nahegebiet) ist zu nennen, im übrigen aber daran zu erinnern, daß überall, wo echter, d. h. dichter

Melaphyr vorkommt, auch solche mandelsteinartige Ausbildungen sich finden. Natürlich; denn Gasblasen werden in jenen alten Laven, sobald Gelegenheit dazu war, gerade so aufgestiegen sein, wie wir dies auch in den heutigen beobachten. Ein anderes, nämlich porphyrisches Gepräge trägt aber die dritte Abart, die wir aus der Melaphyrgruppe noch anführen wollen, der sogenannte

c) Augitporphyr,

wie er namentlich aus dem Fassathal (Predazzo in Südtirol) bekannt und berühmt geworden ist. Meinte doch Leopold v. Buch in allem Ernst, derselbe habe bei seinem Ausbruch das ganze dortige Alpengebirge zur Hebung gebracht, was natürlich auch von dem Melaphyr des Harzes bezüglich dieses letzteren Gebirgs behauptet wurde.

Dieser „Augitporphyr" des Fassathals erinnert freilich — und das eben soll auch sein Name besagen — durch sein Gefüge, da in einer dunklen Grundmasse um und um kristallisierte Augite eingebettet liegen, gar sehr an ältere d. h. echte Porphyre oder wenigstens Diabase, von denen ja verschiedene Sorten auch diese Bezeichnung erhalten haben. Andererseits aber steht er doch mit dem nicht weit davon vorkommenden echten d. h. dichten Melaphyr des Fassathals in so naher Beziehung, und es ist auch so wenig an der gleichzeitigen, nämlich während der Trias stattgehabten Eruption beider zu zweifeln, daß wir durchaus keinen Anstand nehmen, auch dieses Gestein zur Melaphyrgruppe zu zählen.

In der That ist zwischen den Ergußgesteinen aus den verschiedenen Erdperioden durchaus nicht der große Unterschied zu machen, wie man ihn lange Zeit machen zu müssen glaubte. Die Hauptverschiedenheit rührt davon her, daß die älteren Gesteine infolge der so viel länger dauernden Umwandlungsprozesse ein anderes Aussehen angenommen haben als die jüngern. Im übrigen sind sich z. B. Basalt, Melaphyr und Diabas fast völlig gleich; man kann sie alle als alte Laven bezeichnen, die aber natürlich, vor Zeiten wie noch heute, infolge von verschiedenen auf sie wirkenden Faktoren jeweils ein verschiedenes Aussehen annehmen konnten, beziehungsweise annehmen mußten.

Man hat daher auch die früher übliche Scheidung der Eruptiv-

gesteine in paläovulkanische und neovulkanische (ältere und jüngere) als wissenschaftlich unhaltbar heute aufgegeben, schon aus dem Grund, weil es durchaus nicht zutrifft, daß in der zwischen jenen beiden in der Mitte liegenden sogen. mesozoischen Zeit die Eruptionsthätigkeit auf der Erde unterbrochen gewesen sei. Diese lange Zeit allgemeine Annahme der Geologen, daß während der Trias-, Jura- und Kreideperiode bezüglich vulkanischer Ausbrüche völlige Ruhe auf unserem Planeten geherrscht habe, rührte davon her, daß man eben nur die europäischen Gebiete kannte, die allerdings in den mesozoischen Sedimentablagerungen, abgesehen von Südtirol, eigentlich nirgends Durchbrüche von Eruptivgesteinen zeigen. Nach und nach hat sich aber auf Grund der Durchforschung der übrigen Weltteile unzweifelhaft herausgestellt, daß die Eruptionsthätigkeit zu allen Zeiten und während aller Erdperioden ununterbrochen, und zwar quantitativ wie qualitativ so ziemlich in derselben Weise fortgedauert hat. Und daß auch die Stoffe, die aus den Eingeweiden der Erde ans Tageslicht befördert wurden und werden, im großen und ganzen die gleichen geblieben sind, das zeigen z. B. eben die Basalte, die wir von ihren älteren Brüdern, den Melaphyren und Diabasen, dem äußeren Ansehen nach oft kaum unterscheiden können. Dies wird noch deutlicher werden, wenn wir nun den

3. Basalt (Taf. IV, Fig. 2)

selbst uns näher betrachten.

Es sei hier in erster Linie daran erinnert, daß wir diesen jetzt in aller Mund befindlichen Namen wahrscheinlich einem Schreibfehler des alten Plinius verdanken. Dieser römische Naturforscher redet nämlich von einem schweren, schwarzen Stein, der aus dem Lande Basan (im Norden von Palästina, östlich des Jordans, aus der Bibel schon durch seinen König Og bekannt, vgl. 5. Mos. 3, 11) stamme, und den er Basaltes nennt (soll aber ohne Zweifel „Basanites" heißen). Diesen Namen trug dann der älteste deutsche Geologe, Agricola (16. Jahrhundert) auf das schwarze Gestein des Schloßfelsens von Stolpen (östlich Dresden) über: dort also hat der „Basalt" seine Taufe erhalten und läuft seitdem in der ganzen Welt unter diesem Namen.

Auch noch eine andere geschichtliche Bedeutung hängt ihm an.

Der Basalt nämlich war das vielumstrittene Gestein, um dessen Entstehungsweise am Anfang unseres Jahrhunderts die beiden wissenschaftlichen Schulen der „Neptunisten“ und „Vulkanisten“ sich bis aufs Blut bekämpften. Der Altmeister der neueren Geologie, Werner in Freiberg, war ausgesprochener Neptunist, d. h. er wollte die Bildung sämtlicher Gesteine durch Wasser erklären (Neptun ist ja der Gott des Wassers), und suchte dies auch vom Basalt nachzuweisen. Dem traten nun die Vulkanisten (darunter bekanntlich auch Goethe) entgegen, die umgekehrt alle, auch die Sedimentgesteine, auf feurigem Weg entstanden dachten (Vulkan ist bekanntlich der Gott des Feuers). Voigt und andere nannten sogar den Basalt geradezu, und, wie wie wir jetzt sagen, gewiß mit Recht, eine alte „Lava“, manchmal auch „Trapp“, ein Name, mit dem man in Schweden die freilich viel älteren Eruptionsgesteine zu bezeichnen pflegt, die dort die paläozoischen Sedimente treppenartig („Trappa“ schwedisch „Treppe“) überdecken. Heutzutage ist kein Zweifel mehr darüber, daß der Basalt ein echtes und gerechtes Feuergestein ist. Man kennt eine ganze Anzahl von Basaltströmen, ja der Aetna bringt solche heute noch zum Ausfluß.

Typische Stellen, wo man den Durchbruch durch Sedimentgesteine, die dabei an den Rändern geschmolzen oder gefrittet wurden, noch mit Augen sehen kann, wie im Buntsandstein des Vogelsbergs und Odenwalds, aber auch im Weißjura der schwäbischen Alb, lassen darüber überhaupt nicht mehr streiten, wie auch das Gefüge des echten Basalts (z. B. von Unkel am Rhein, vom Puy de Charade bei Clermont, vom Calvarienberg bei Schemnitz, ebenso aber auch von schwäbischen, hessischen, badischen Fundorten) seinen ursprünglichen Feuerfluß unzweideutig verrät.

Der Basalt im allgemeinen ist ein sehr hartes, dunkles, oft fast schwarzes, schweres (spez. Gewicht 3) Massengestein, das fast immer Olivin in gelblichen oder bouteillengrünen Körnern, die sich manchmal bis zu faustgroßen Klumpen zusammenballen können, bei sich führt. Auch Magneteisen ist dem Basalt stets, oft in förmlichen Körnern sich ausscheidend, beigemengt; daher seine Schwere, sowie seine schwarze Farbe und die Thatsache, daß Basaltfelsen stark auf die Magnetnadel einwirken.

Auch Augit fehlt dem gewöhnlichen Basalt nie; sehr selten

aber ist freier Quarz in ihm zu finden. Im eigentlichen oder Feldspatbasalt ist der Hauptgemengteil ein basischer Plagioklas, welcher, wie später gezeigt werden soll, in gewissen basaltischen Gesteinen durch andere Mineralien ersetzt wird. Höchst merkwürdig ist, daß im Basalt von Ovifac (auf der Insel Disco, an der grönländischen Küste) neuerdings (von Nordenskjöld) auch gediegenes Eisen eingesprengt entdeckt wurde, eine Thatsache, die zu allerlei Hypothesen bezüglich der Bestandteile des Erdinnern führen könnte (vgl. S. 5). Denn daß jenes „Eisen von Ovifac" tellurischen, d. h. irdischen Ursprungs ist und nicht vom Himmel fiel (wie das Meteoreisen), steht außer Zweifel.

Säulenbasalt.

Eine weitere interessante Thatsache beim Basalt ist die so oft an ihm zu beobachtende Absonderung in (meist sechseckige) Säulen. Das bekannteste Beispiel dafür bildet die berühmte, fast in allen geologischen Handbüchern abgebildete Fingalshöhle auf der Insel Staffa (westl. der schottischen Insel Mull, vgl. uns. Fig. 4 auf S. 22), in die man vom Meer aus auf Kähnen hineinfährt. Die Basaltsäulen, schenkel- und mannsdick, gehen daselbst, wie auch wohl sonst, bis auf eine unbekannte Tiefe hinab. Nicht minderes Staunen erweckt der „Riesendamm" im Norden von Irland, der aus ungeheuren Basaltsäulen zusammengesetzt meilenweit gen Himmel starrt. Wir brauchen übrigens nicht bis übers Meer zu gehen, um derartiges zu sehen. Wer schon eine Rheinfahrt gemacht hat, dem ist sicherlich aufgefallen, wie in der Gegend von St. Goar und Unkel überall an den Straßen, Eisenbahndämmen u. s. w. solche Basaltsäulen angebracht sind, die als Prellsteine dienen. Sie stammen vom Mendeberg bei Linz a./Rh., und sind fast alle vollkommen sechsseitig, so daß man dabei an Riesenkristalle denken möchte.

Davon ist aber natürlich entfernt keine Rede; es handelt sich hier vielmehr lediglich um eigentümliche Absonderungsverhältnisse, die wohl mit der Art der (raschen) Erkaltung des Feuergesteins zusammenhängen. Hat man doch ähnliches auch schon bei andern Gesteinen, insbesondere aber an Laven heutiger Vulkane Brüche von Punta della Scala südlich von Herkulanum, die, dem

alten Lavastrom vom Jahr 79 nach Chr. entnommen, derzeit den Pflasterstein für Neapel liefern) beobachtet. Wir haben übrigens oben schon (S. 22 ff.) angeführt, daß Ergußgesteine sich in Platten oder Säulen abzusondern pflegen, und daß der Grund davon in der Art der Zusammenziehung bei der Erstarrung zu suchen sei.

So gewiß nun auch der normale Basalt nicht nur dem bloßen Auge als eine dichte, gleichförmige (homogene) Masse erscheint, so findet sich doch auch beim Basalt ebenso häufig die porphyrische, ja manchmal sogar eine echt körnige Struktur. Man hat die grobkörnigeren Sorten als Dolerit (griech. „betrügerisch", so genannt, weil ihn Werner einst irrtümlicherweise als Flözgestein ansah), die feinkörnigen als Anamesit (griech. „in der Mitte stehend", nämlich zwischen Dolerit und echtem Basalt) unterschieden, hat aber neuerdings gefunden, daß die echten, d. h. die dichten Basalte infolge besonderer Erstarrungsverhältnisse sich neben und gleichzeitig mit jenen körnigen Massen gebildet haben. Es giebt auch noch allerlei sonstige Spielarten dieses Gesteins; deren Namen, von der äußeren Form und Zusammensetzung hergeleitet, tragen die Erklärung in sich selbst: so, wenn man bald von Kugelbasalt und bald wieder von Schlackenbasalt redet.

Letzterer z. B., vom Berge Medve bei Erlau (Ungarn) stammend, bildet eine poröse, schlackige Masse, überall von Löchern durchsetzt, deren Scheidewände oft so dünn werden, daß ein förmlicher Schaumbasalt entsteht. Auch das hängt mit besonderen Erstarrungsverhältnissen zusammen: die Gase, welche die Löcher (wie beim Mandelstein) erzeugten, hatten offenbar keine Zeit mehr, vor dem Erkalten zu entweichen.

Basaltgebiete.

Das Vorkommen des Basalts betreffend dürfte es genügen, darauf hinzuweisen, daß dieses Gestein hauptsächlich in Mittel- und Süddeutschland auftritt, während es dem Norden fehlt. Der Hauptzug von Basaltausbrüchen geht von der Eifel und dem Rhein (Siebengebirg, Rhön) über Hessen (Westerwald, Taunus, Odenwald, Vogelsberg) auf dem linken Ufer des Main hinauf (Philippsruhe bei Hanau, dessen Basaltstrom das Material für den Frankfurter Pflasterstein liefert) zum

Fichtelgebirge, sowie nach Thüringen, Sachsen, Schlesien

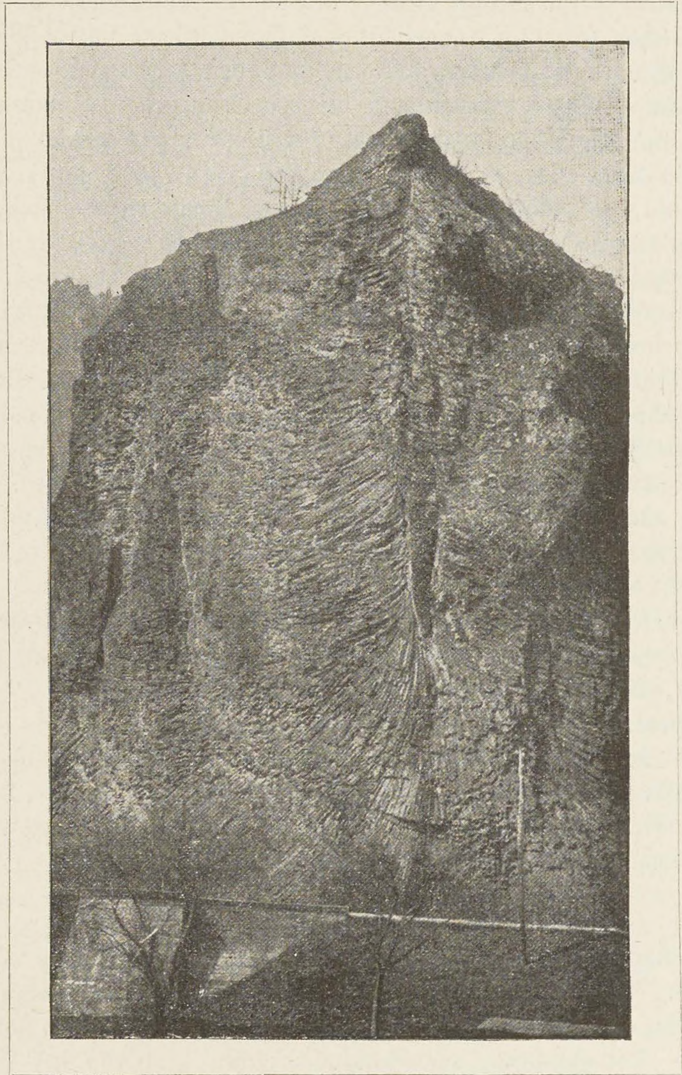


Fig. 35. Workotsch. (Humboldtfelsen.)

und Böhmen, wo insbesondere die Gegend von Aussig (a./Elbe) durch ihre großartigen Basaltausbrüche berühmt ist (vgl. den schönen

Basaltberg Workotsch a./Elbe bei Aussig auf unserer Fig. 35). Von hier biegt dann der Zug südöstlich nach Ungarn ab, wo das Gestein zwischen Schemnitz und Erlau wieder hervorbricht und noch am nördlichen Ufer des Plattensees erscheint.

Nur ein paar der interessantesten Lokalitäten wollen wir aus den unzähligen herausheben, an denen Basalt vorkommt, nämlich solche, die zugleich über die Entstehungs- und Bildungsweise dieses Gesteins jeden Zweifel unmöglich machen.

Einer der berühmtesten Punkte dieser Art ist der Meißner, der vielbesuchte, etwa 700 m hohe hessische Berg bei Allendorf an der Werra, der schon während der Kämpfe zwischen Neptunisten und Vulkanisten als Hauptstreitgegenstand figurierte. Auf regelrecht gelagertem Muschelkalk und Buntsandstein liegt dort ein mächtiges (tertiäres) Braunkohlenflöz, das schon seit Ende des 16. Jahrhunderts abgebaut wird. Über demselben breitet sich als Decke des ganzen Bergs eine Basaltmasse aus, die mitunter auch den schönsten Dolerit führt. Auf der Grenze nun, wo Kohle und Basalt sich berühren, ist jene durch die Hitze des emporgedrungenen Feuergesteins in Anthracit oder auch in sog. Stangenkohle verwandelt worden, d. h. sie hat sich in lauter Säulchen abgesondert, die fast an Basaltsäulen im kleinen erinnern.

Im Vogelsberg dagegen, der von hunderten von Basaltgängen fast siebartig durchsetzt wird, ist da und dort an den Berührungsstellen des Buntsandsteins mit dem feurigen Gesellen ersterer geschmolzen, gefrittet und entfärbt worden.

Verschiedene Basaltarten.

Wir fassen unter dem Namen „Basalt“ eine Reihe von Gesteinsarten zusammen, welche chemisch und mineralogisch wesentliche Unterschiede aufweisen. Ihnen allen ist die Armut an Kieselsäure gemein, ebenso das Vorherrschen der farbigen Gemengteile und der Reichtum an Magnetit. Den Diabasen und Melaphyren entspricht direkt der Feldspatbasalt, gewissermaßen der Basalt im engeren Sinne. Nun giebt es aber neben diesem auch wieder eine Gruppe von basaltartigen Gesteinen, in welchen neben dem basischen Kalknatronfeldspat noch Leucit oder Nephelin enthalten ist. Diese bilden ihrer chemischen Zusammensetzung wegen den Übergang zwischen den Basalten

und gewissen Trachyten, bezw. den Phonoliten. Man hat dieselben je nachdem sie frei von Olivin sind oder solchen enthalten „Tephrite und Basanite“ genannt.

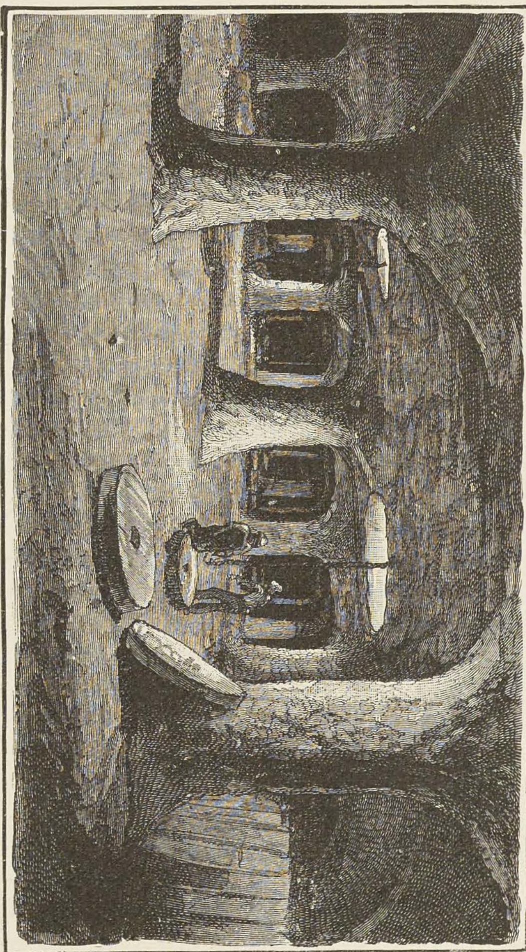


Fig. 36. Die Mühlsteinbrüche in einem alten Lava-(Tephrit-)strom von Niedermendig bei Andernach a./Rh. (Brohlthal).

Wir nennen als die wichtigsten dahin gehörenden Gesteinsarten die folgenden:

a) die sogen. Leucit- und Nephelin-Tephrite, beziehungsweise -Basanite, welch letzteren Plinius'schen Namen man also jetzt wieder in die Wissenschaft für ein Nephelin oder Leucit führendes Feldspatgestein der Basaltgruppe eingeführt hat. Die Basanite sind olivinhaltig, die Tephrite olivinfrei. Beide Gesteine sind wichtig, weil die Laven des Vesuv und der Somma (des alten Vesuvkraters) hieher gehören. Außerdem finden sie sich im Böhmischen Mittelgebirge, am Kaiserstuhl, im Albanergebirge bei Rom, auf Java und Celebes, sowie auf den Azorischen Inseln.

In der Eifel sind sie selten, doch gehören hieher gerade die sogen. Mühlsteinlaven von Niedermendig (zwischen Mayen und dem Laacher See). Sie wurden schon von den Römern in unterirdischen Gruben abgebaut, eine Gewinnungsart, die ganz ebenso noch heute betrieben wird und eine blühende Industrie in jener Gegend hervorgerufen hat (s. unsere Fig. 36). Es handelt sich hier um echte Leucit-Nephelintephrite. Als weitere Gesteinsgruppen schließen sich hier noch die feldspatfreien Basaltarten an. Ist der Feldspat ganz durch Nephelin oder Leucit ersetzt, so sprechen wir von Nephelinbasalten und Leucitbasalten, sofern diese Gesteine Olivin führen. Fehlt der letztere, so werden die betreffenden Gesteine als Leucitite oder Nephelinite bezeichnet.

Als bekanntere Lokalitäten, wo diese Gesteine vorkommen, führen wir an für

Leucitite: Laven des Albanergebirgs und der Gegend von Rom;
Leucitbasalte: Eifel (Laacher See), Hessen, Böhmen und Erzgebirg;
Nephelinite: Katzenbuckel im Odenwald, Roßberg bei Darmstadt, Lausitz, Böhmen, Oberwiesenthal im Erzgebirg;
Nephelinbasalte: Kaiserstuhl, Odenwald (Katzenbuckel), Eifel, Hessen, Böhmen &c.

Basalt der Schwabenalb.

An letztere schließen sich dann auch die Melilitbasalte der schwäbischen Alb an, die also petrographisch von den eigentlichen, d. h. den Feldspatbasalten wohl zu trennen sind, wenn sie auch nach Vorkommen und Aussehen vieles mit einander gemein haben. Auch von ihnen wurde öfters beim Ausbruch das Neben-

gestein (des Weißjura) an den Kontaktstellen geschwärzt oder gerötet. Ganz besonders merkwürdig erscheint aber die Art und Weise ihrer Aus- und Durchbrüche nach dem, was Professor Branco*) darüber mitgeteilt hat. Wurde doch von ihm in einer umfangreichen Abhandlung nachzuweisen versucht, daß die bis jetzt beobachteten 125 Flecke, an denen Basalt oder Basalttuff vorkommt, ebenso viele Röhren darstellen, durch welche zur Tertiärzeit der feurige (Basalt-) Brei emporgedrungen ist. Bedenkt man, daß das Gebiet, auf dem diese Eruptionen stattgefunden haben, kaum einen Umfang von 20 □Meilen hat, so darf man wohl auch hier sagen, daß der Boden zwischen Boll und Reutlingen und wieder zwischen Hohenheim und Blaubeuren wie ein Sieb durchlöchert ist.

Da nun aber diese Löcher wirkliche Kanäle mit ovalem Querschnitt, keineswegs Spalten oder Gänge sind, wie man dies öfters beim Basalt und fast überall bei unsern heutigen Vulkanen findet, so scheint dies darauf hinzuweisen, daß dereinst in dieser ganzen Gegend (Kirchheim-Blaubeuren-Münsingen) der im Erdinnern vorhandene feurige Basaltbrei vielleicht infolge von Gasentwicklung fast gleichzeitig an allen diesen Stellen emporgedrückt worden sei, und zwar so, daß jede Ausbruchsstelle einen Schußkanal darstellt, an dem hier die Erdrinde wie ein Brett von einer Kugel durchbohrt wurde.

Ebenso dürfte es sich dabei um nur einmalige Ausbrüche handeln, nicht aber, wie bei unsern heutigen Vulkanen, um eine Jahrhunderte hindurch fortgehende Thätigkeit. Darauf deuten die hier überall zu beobachtenden „Maare“ oder Kessel hin, die natürlich entstehen mußten, wenn die ganze vulkanische Thätigkeit erlosch, nachdem in einer einzigen Explosion die zerstückten Trümmer des durchbohrten Gebirgs als „Asche“ (unser jetziger „Basalttuff“) herausgeblasen waren.

Da man heutzutag derartige Vorgänge nur sehr selten beobachtet, und überhaupt bis jetzt auf der ganzen Erde nur 50 solcher „Maare“ bekannt sind, so ist es immerhin höchst merkwürdig, wenn auf dem

---

*) Branco, Schwabens 125 Vulkanembryone, württ. naturwiss. Jahresh. 1894, S. 505 ff.

verhältnismäßig so kleinen Gebiet der Alb fast die dreifache Anzahl solcher „Vulkanembryone", wie Branco nicht übel diese Maare nennt, neben einander liegen.

Mag es mit dieser Theorie stehen, wie es will, so viel ist jedenfalls sicher, daß kein einziger jener alten Vulkane jemals einen Lavastrom hat ausfließen lassen. Ist doch sogar an den allermeisten dieser 125 Punkte bloß Basalttuff, nur bei wenigen der Basalt selbst zu beobachten. Mit Grund aber vermutet Branco,

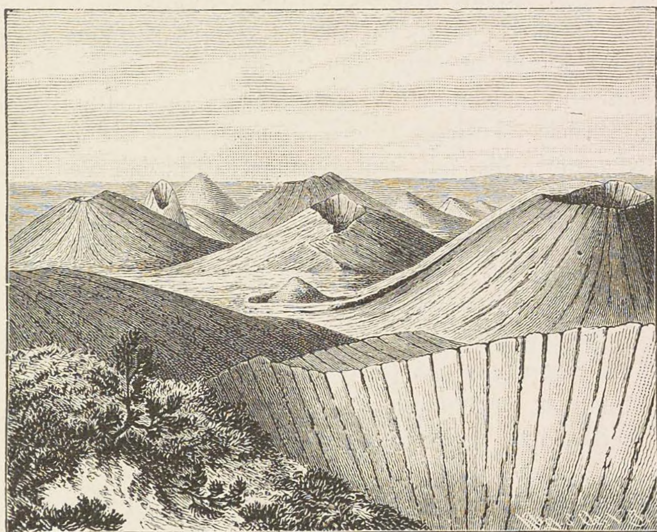


Fig. 37. Erloschene Vulkane in der Auvergne (Südfrankreich).

daß überall da, wo wir Basalttuff haben, in der Tiefe, von dem Tuffmantel zugedeckt, echter Basalt sich finden werde und müsse. Derselbe ist eben beim Ausbruch nicht ganz bis ans Tageslicht emporgedrungen, sondern in der Röhre stecken geblieben.

Übrigens kennt man auch sonst auf Erden nur wenige Basaltströme, d. h. Plätze, an denen man noch jetzt sieht, wie einst der Basalt gleich der heutigen Lava aus- und den Berg herabgeflossen ist. Außer in der Auvergne (bei Clermont), die in dieser Beziehung ein paar treffliche Beispiele zeigt (siehe unsere beistehende Figur 37),

wäre insbesondere die Eifel zu nennen, in welcher freilich normaler Basalt gar wenig vorkommt.

Verwendung des Basalts.

Was die praktische Benützung dieses Gesteins betrifft, so ist der Basalt heutzutag ein besonders gesuchtes und geschätztes Material für Straßenbeschotterung. Die Vortrefflichkeit der Straßen in Baden und Hessen z. B. verdanken ihren Ruhm wesentlich diesem harten Gestein, das zu ihrer Herstellung verwendet wird. Frankfurt a. M. pflastert sogar seine Straßen mit Basalt. In Württemberg wird solcher seit einigen Jahren ebenfalls zu diesem Behuf bergmännisch abgebaut (am Eisenrüttel, jetzt im Dietenbühl bei Münsingen) und in einer Quetschmühle (oberhalb Urach) zerkleinert. Diesem staatlichen Betrieb ist neuerdings die Stadt Kirchheim nachgefolgt, die auf dem Hochbohl (Fuß der Teck) Basaltgruben angelegt hat zur Gewinnung von Straßenbeschläg.

Es liegt ja freilich in der Natur der Sache, daß die sämtlichen Massengesteine ihrer Härte und chemischen Zusammensetzung halber sich ganz besonders zu diesem Zweck eignen. Wenn daher auch das daraus gewonnene Material teuer zu stehen kommt und vollends die Herstellung von regelmäßigen Quadern (etwa zu Pflastersteinen) kaum zu erschwingen ist, so gleicht sich die Sache einigermaßen wieder aus durch die Dauerhaftigkeit und Güte, die dieses Gestein vor anderen bietet.

So pflastert z. B. Wien seine Straßen mit Granit (von Passau), Frankfurt a. M., wie gesagt, mit Basalt, Venedig und Padua mit Trachyt (von den Euganeen), Rom und Neapel mit Lava. Porphyr aber wird neben Basalt überall, wo er zu haben ist, als vorzügliches Straßenbeschläg benützt.

Doch wir gehen nun über zur Besprechung der

B. Gemengten geschichteten Gesteine,

die man unter dem Namen der kristallinen und der Urthonschiefer (Phyllite) zusammenzufassen pflegt. Wir können dabei drei Hauptgruppen unterscheiden: Gneise, Glimmerschiefer und Urthonschiefer, und bei jeder derselben dann wieder besondere Unterabteilungen machen. Mit Fug und Recht gehen wir aus vom

Kapitel III:

Gneis (Taf. I, Fig. 2 u. Taf. II, Fig. 1),

dessen alter sächsischer Bergmannsname jetzt in die wissenschaftlich-geologische Sprache aller Völker übergegangen ist. „Gneis“ oder eigentlich „Geneus“ hieß man in Sachsen die leere, aber feste Bergart zwischen den Gängen (nämlich den Erzgängen). Der Name bezieht sich also wesentlich auf den Silberbergbau und war der einzige, den man damals dem „Urgebirge“ gab. Von Granit und Porphyr wußten die Leute noch nichts, nannten vielmehr alles taube (d. h, kein Erz führende) Gestein „Geneus“, vielleicht von „Genießen“. wie der biedere Minerophilus Freibergensis in seinem Bergwerks-lexikon von 1743 gar hübsch sich ausdrückt, „weil es das gute Erz, unter welchem es bricht, vor sich „geneußt“ und „verzehret“.

Der Gneis ist ein „geschichteter Granit“, wie Quenstedt kurz und gut ihn bezeichnet, dessen Schichtung lediglich durch den, meist schwarzen Glimmer bedingt wird, der sich in horizontalen Flächen aneinander legt und so streifenweise den lichten Quarz und Feldspat scheidet. Früher glaubte man vielfach, daß die Gneise mit den Graniten chemisch durchaus übereinstimmen. Seit aber neuerdings darauf hingewiesen wurde,*) daß gewisse Gneise in ihrem chemischen Bestande nicht nur mit Graniten identisch sind, sondern auch mit Syeniten, Dioriten und Gabbros, daß ferner die chemischen Analysen anderer Gneise eine Parallelisierung mit solchen massigen Gesteinen nicht zulassen, daß vielmehr bei diesen eine auffallende Übereinstimmung mit manchen Phylliten und andern echten Sedimentgesteinen herrscht, ist die ältere Ansicht hinfällig geworden.

Bildungsweise der kristallinen Schiefer.

Was die Entstehung der Gneise und der kristallinen Schiefer überhaupt anbelangt, so scheint sich allmählich diejenige Überzeugung Bahn zu brechen, welche in diesen Gebilden Umwandlungsprodukte durch Druck sowohl von Sediment- als von massigen Gesteinen er-

*) Siehe Rosenbusch, Elemente der Gesteinslehre. Stuttgart. 1898.

blickt. Ob ein Teil der zu unserer Beobachtung gelangenden Gneise der ursprünglichen Erstarrungskruste angehört, können wir nicht sagen. Wir wissen nur, daß wir die letztere mit Sicherheit nicht kennen. Da zur Zeit der Bildung dieser Erstarrungskruste auf unserem Planeten noch Verhältnisse herrschen mußten, welche eine sehr langsame Erstarrung der Schmelzmassen bedingten, so werden die Gebilde dieser Zeit am ehesten mit den Tiefengesteinen übereinstimmen. Da wir ferner sehen, daß selbst jüngere zweifellose Tiefengesteine durch Druck schieferig, das heißt eben „echte Gneise" geworden sind, kommen wir von selbst zu der Ansicht, daß die Gesteine der ursprünglichen Erstarrungskruste uns in Gestalt von Gneisen entgegentreten müßten, wenn sie einmal mit Sicherheit nachgewiesen werden könnten.

Der Übergang von massigen kristallinen Gesteinen in scheinbar geschichtete (geschieferte) durch Druck ist vielfach beobachtet.*) Daß aber auch typische Sedimentgesteine auf dieselbe Weise kristalline Beschaffenheit erhalten können, wurde durch die Untersuchungen Reusch's über die kristallinen Schiefer von Bergen schlagend bewiesen, indem es diesem Forscher gelang, durch glückliche Fossilienfunde deren Alter als silurisch festzulegen.

Die geologische Untersuchung der Alpen hat in neuerer Zeit zu der Überzeugung geführt, daß uns in manchen kristallinischen Gesteinen der Alpen relativ junge Sedimentgesteine vorliegen, welche durch den bedeutenden Druck, dem sie bei der Auffaltung dieses Gebirges ausgesetzt waren, kristallines Gefüge erhalten haben.

In letzterem Falle ist die Umwandlung durch raschen und sehr starken Druck erfolgt, daher bezeichnet man dieselbe als „Dynamometamorphose" im Gegensatz zu der Regionalmetamorphose, welche sehr langsam wirkt. Einen solchen langsamen Übergang zu den Schiefergesteinen können wir am besten an unsern Thongesteinen beobachten.

Die Thone, wie wir sie in unsern jüngsten Schichten finden, haben in älteren Formationen durch den Druck der darauf lastenden Gesteinsschichten zunächst schieferige Struktur erhalten. So finden

*) z. B. im Aaremassiv an den Gneisen von Innertkirchen oberhalb Meyringen, von Baltzer und Sauer zweifellos nachgewiesen.

wir z. B. im Jura Schieferthone, den Kalkschichten vielfach zwischengelagert. In den paläozoischen Formationen treten an Stelle dieser Schieferthone Gesteine, welche ihre weiche thonige Beschaffenheit bereits verloren haben; es sind dies die Thonschiefer, deren bekanntester Repräsentant das Material zu den Schiefertafeln liefert. Diese Thonschiefer zeigen in den ältesten fossilienführenden Schichten unmerklichen Übergang zu den Phylliten. Diese letzteren gehen ihrerseits wieder in die Glimmerschiefer und Gneise über.

Es würde zu weit führen, hier noch einmal die verschiedenen Theorien über die Bildung der archäischen Schiefergesteine zu erörtern. Es möge genügen, hier noch einer Ansicht Erwähnung zu thun, nämlich derjenigen, welche die Urschiefer durch Eindringen granitischer Magmen in sedimentäre Schiefergesteine entstehen läßt. Ein derartiger Vorgang mag wohl lokal zur Bildung von gneisartigen Gesteinen geführt haben. Daß wir aber für alle Gneise eine solche Entstehung annehmen könnten, davon kann wohl keine Rede sein.

Da wir uns der ersteren Anschauung anschließen, so ergäbe sich eigentlich die Einteilung der Gneise von selbst in Eruptivgneise und solche sedimentären Ursprungs.

Da aber die Frage nach der Entstehung eines Gneises nicht ohne weiteres zu lösen ist, so sehen wir von dieser Einteilung ab und gehen entweder von der Struktur oder den Hauptbestandteilen oder auch bloß der Farbe des betreffenden Gesteines aus. In Hinsicht auf

a) das Gefüge,

das hauptsächlich durch die Lagerung der Glimmerblättchen bedingt wird und die „Schiefrigkeit" der Masse gar mannigfaltig gestaltet, wären etwa folgende Sorten als die wichtigsten auseinanderzuhalten:

1. gemeiner Gneis, wenn die Glimmerblättchen in schönen, parallelen Schichten gruppiert sind (Taf. I, Fig. 1),

2. flasriger Gneis, wo dieselben wellig gebogen zwischen dem Quarz und Feldspat liegen,

3. schiefriger Gneis, in welchem die Glimmerplättchen in sehr dünnen Schichten aufeinander folgen (Taf. II, Fig. 1).

4. porphyrartiger Gneis, wenn einzelne größere Feld-

spatkristalle aus der schiefrigen Masse hervorblinken. Sind jene linsenförmig und spielen die Glimmerblättchen wellig um sie her, so heißt man das Gestein Augengneis.

Nimmt man Rücksicht auf die chemische

b) Zusammensetzung,

d. h. auf die Hauptbestandteile, aus denen die Gneismasse sich aufbaut, so unterscheidet man etwa

1. Glimmergneis und zwar je nach dem Gehalt an Magnesia- oder an Kaliglimmer: Biotitgneis, bezw. Muskowitgneis, oder aber Zweiglimmergneis, wenn beide Glimmerarten an seiner Zusammensetzung teilnehmen. Wenn der Glimmer stark vorwiegt, geht der Gneis in Glimmerschiefer über.

2. Hornblendegneis, wo der Glimmer durch Hornblende verdrängt oder ganz ersetzt wird. Gewinnt letztere das Übergewicht, so entsteht Hornblendeschiefer;

3. Graphitgneis, wo statt des Glimmer Graphit;

4. Chloritgneis, wo Chlorit die Oberhand gewinnt.

Diesen reihen sich noch einige seltenere Arten der Gneisfamilie an, von welchen wir hauptsächlich die Granatgneise und die Cordieritgneise anfügen wollen. Zu den ersteren gehören die Kinzigite, welche in ihrer bezeichnendsten Ausbildung von Schenkenzell im Kinzigthal bekannt und benannt sind. Die Cordieritgneise treten in vielen Gneisgebieten auf. Eines der bekanntesten Vorkommen findet sich bei Bodenmais im bayrischen Wald.

In manchen Gneisgebieten, namentlich im sächsischen Erzgebirg, unterscheidet man dieses Gestein kurzweg nach

c) der Farbe

und redet dann bald von

1. roten, bald von

2. grauen Gneisen, die aber durch mancherlei Übergänge mit einander verbunden sind.

Der Gneis ist ein geschichtetes Gestein und wechsellagert, sei's mit granitischen Massen oder aber, was das gewöhnliche ist, mit sämtlichen kristallinischen Schiefern. Da er nebst dem Granit, wie gesagt, die Grundlage unserer Erdkruste bildet, so kommt er

eigentlich (in der Tiefe) überall vor. An die Oberfläche tritt er in größeren Massen zu Tage hauptsächlich im Schwarzwald, in den Zentralalpen, im Erzgebirg, den Sudeten, dem bayrischen Wald, in Böhmen, Mähren, Schottland, Skandinavien, Canada, den Vereinigten Staaten und Brasilien.

Von den Alpen sind zur Eiszeit natürlich eine Menge Gneisbrocken auch in das Schotter- und Moränengebiet derselben, also um jenes ganze Hochgebirg her eingeführt worden.

Zu den Gneisen im weiteren Sinn des Worts können wir noch ein paar andere

Geschichtete Gesteinsarten des archäischen Alters

rechnen, die mit jenen mehr oder weniger in Beziehung stehen. Dahin gehört z. B.

1. der Granulit oder Weißstein (Taf. VIII, Fig. 2),

wie ihn schon der alte Werner nannte, und wie er auch eben in Sachsen ganz besonders bezeichnend und mächtig auftritt. Am nordwestlichen Abfall des dortigen Erzgebirgs bildet er nämlich eine 6 Meilen lange und $2^1/_2$ Meilen breite Ellipse (sächsisches Granulitgebirge). Sonst tritt er auf deutschem Gebiet hauptsächlich noch bei Aschaffenburg, dazu auf österreichischem in Böhmen (bei Budweis und im Egerthal) und Niederösterreich auf und zeigt, so namentlich in Sachsen, oft die schönsten Faltungen, die man selbst in Handstücken beobachten kann (vgl. uns. Fig. 2 auf Taf. VIII).

Er ist ein echtes kristallinisches Schiefergestein, also ja nicht mit dem (körnigen) Granitit oder Granit zu verwechseln, besteht aber nur aus Quarz und Feldspat; Glimmer fehlt, dagegen sind eine Menge hirsekorngroßer rötlicher Granaten eingesprengt. Seine Masse ist sehr feinkörnig, für das bloße Auge oft wie dicht erscheinend, die Farbe ist, eben weil der Glimmer fehlt, hellrötlich oder lichtgelblich, oft nahezu weiß.

Eine Abart des Granulits, die neben etwas Feldspat namentlich grüne Augitmineralien und häufig Granaten in sich schließt, wird Trappgranulit genannt und kommt ebenfalls in grün-

schwarzen meterdicken Bänken und Platten zwischen den eigentlichen Granuliten eingelagert in Sachsen vor (zwischen Mittweida und Waldheim). Weiter ist hier beizuziehen die sogenannte

2. Hälleflinta,

ein fleischrotes oder bräunliches Gestein von edlem Ansehen, das hauptsächlich in Schweden zwischen Gneis eingelagert vorkommt. Dorther stammt auch der (schwedische) Name (vielleicht „heller Flint" oder Feuerstein?), der jedenfalls andeuten soll, daß man es mit einer, wenigstens fürs bloße Auge, völlig dichten Masse zu thun hat. In Wahrheit ist aber das Gestein nur ein (mikroskopisch) feinkörniger Gneis, also zweifellos geschichtet, wie dies auch seine Lagerung zeigt. Wir besprechen nun in

Kapitel IV:

Glimmerschiefer und die mit ihm verbundenen Urthonschiefer (Phyllite).

Beim

a) Glimmerschiefer (Taf. VI, Fig. 1)

selbst erhält, was eben sein Name besagt und besagen soll, der Glimmer vollständig das Übergewicht. Besteht doch hier das ganze Gestein nur aus Glimmer und Quarz (ohne Feldspat), die aber freilich beide außerordentlich verschieden verteilt sein können. In der Regel scheint sogar der Glimmer allein die Massen zu bilden, dann aber kommen auch wieder Stücke vor, die umgekehrt eigentlich nur Quarz sind, dem nur wenige Glimmerschüppchen angeflogen zu sein scheinen. In letzterem Fall spricht man dann auch von Quarzfels oder Quarzschiefer.

In den Zentralalpen, wo der Glimmerschiefer durchaus oben ansteht und (namentlich im österreichischen Gebiet; man sehe sich die Schichten von der Brennerbahn aus an) Granit und Gneis ihm gegenüber nur eine untergeordnete Rolle spielen, ist gewöhnlich die Hauptmasse Glimmer, zwischen den Schnüre oder Gänge von schneeweißem Quarz eingelagert sind. Außerdem kommen aber

noch eine Menge anderer Mineralien als Beimengungen vor; die wichtigsten und häufigsten darunter sind etwa Talk, Hornblende, Staurolit, Granat, Chlorit und Graphit. Erscheint eines oder das andere dieser letzteren in der Masse besonders hervorstehend, so kann man auch das ganze Gestein darnach benennen.

In der That teilt man die

Hauptunterarten des Glimmerschiefers

am einfachsten nach diesen ihm beigemengten Nebenbestandteilen ein und unterscheidet dann als die wichtigsten etwa folgende:

aa) Hornblende- (oder Amphibol-) Schiefer (Taf. II, Fig. 2),

der selbst wieder verschiedene Abarten zeigt. Der Glimmer tritt mehr und mehr zurück und an seine Stelle setzt sich eben die Hornblende, oft als „edle" oder „Strahlstein" in schönen grünen Nadeln, wie z. B. in dieser Weise der Glimmerschiefer auf der Südseite des St. Gotthardt (Straße vom Hospiz nach Airolo) ganz damit durchsetzt ist. Auch im Zillerthal in Tirol (Berliner Hütte am Schwarzensteinsee 2c.), in den Savoyer Alpen, in Skandinavien, Böhmen, Schottland, Ungarn, Nordamerika und andern Ländern kommt der Strahlstein vor. Was der Gneis dem Granit, das ist der Hornblendeschiefer vielfach dem Syenit und Diorit gegenüber, wie man denn öfters auch von gewissen Abarten derselben als von Syenit- und Diorit-Schiefern zu sprechen pflegt. Öfters kommt das Gestein übrigens auch in körniger Form vor, wodurch es ein massiges Aussehen erhält. In diesem Fall bezeichnet man es als Hornblendefels. Stellt sich statt der Hornblende Granat ein und herrscht dieser gar noch vor, so redet man von

bb) Granatschiefer oder Granatfels.

Diesen findet man z. B. mit massenhaft eingesprengten mittel-, d. h. etwa kirschkerngroßen Granaten ebenfalls am Weg vom St. Gotthardt nach Airolo, mit nur hirsekorngroßen auf dem Ramoljoch im Ötzthalgebiet, wie denn in letzterem am sogenannten „Granatkogel" auch riesige Granatoëder, um und um kristallisiert, im Glimmerschiefer stecken (von Wallnußumfang und darüber). Ein echter Granatfels ist auch der

Eklogit (griech. „der Auserlesene"), dessen feurigrote Granaten

in einer aus Omphacit (Pyroxen) und Smaragdit bestehenden Grundmasse stecken. Sie kommen besonders schön im Fichtelgebirg (Hof, Silberbach), im dortigen Gneis eingelagert, und in Steiermark (Bachergebirge) vor. Beim

cc) **Talkschiefer**

ist an Stelle des Glimmer Talk getreten. Das Gestein, aus lauter Talkschuppen zusammengesetzt, fühlt sich fettig an (was eben auch der Name „Talk" besagen will) und zeigt eine lichte, grüne Färbung sowie deutliche Schichtung. Der Talkschiefer kommt im Fichtelgebirge (bei Hof), in Schlesien (am Altvater), in den Alpen (Monte Rosa, Mont Blanc, Kärntner Gebirg), im Ural und an vielen andern Orten gesteinsbildend vor und stammt aus der archäischen Zeit.

dd) **Chloritschiefer,**

der in der Regel eine Zusammenhäufung von lauter (grünlichen) Chloritschuppen darstellt, die ebenflächig an einander lagern, so daß auch dieses Gestein durchaus geschichtet erscheint. Öfters ist es auch durch und durch mit (grünen) Hornblendenadeln gespickt, die ihm dann ein ähnliches Aussehen geben wie dem vorhin beschriebenen Hornblendeschiefer. In derselben Weise kann man von Turmalin-, von Graphit-, von Eisenglimmer-Schiefer ꝛc. reden, je nachdem das eine oder das andere dieser Mineralien die Oberhand gewinnt. Alle die genannten kristallinen Schieferarten sind lediglich Unterabteilungen des Glimmerschiefers.

Mit diesem zusammen kommen sie alle außer in den Alpen hauptsächlich noch im böhmisch-bayrischen Wald, im Erzgebirg und den Sudeten, sodann in Skandinavien, Nordamerika (Alleghanies), im Ural (Katharinenburg) und in Brasilien vor.

Es liegt in der Natur der Sache, daß insbesondere solche Glimmerschiefergesteine in der Glazialzeit massenhaft von den Alpen herabgeführt und weit ins Flachland hinaus verstreut worden sind. In der That bilden z. B. in Oberschwaben derartige Diorit- und Hornblendeschiefer nebst dem eigentlichen Glimmerschiefer die Hauptmasse nicht nur des aufgehäuften Schottermaterials, sondern auch der größeren erratischen Blöcke.

Ein Mittelding zwischen Talk- und Chloritschiefer bildet der auch technisch viel verwendete sogen.

ee) Topfstein

dar, insofern er aus einer Mengung von Chlorit- und Talkschuppen besteht, wobei bald jene bald diese überwiegen. Das grünlich-graue Gestein ist sehr mild und weich, läßt sich mit dem Messer schneiden, besitzt aber dabei eine große Zähigkeit und widersteht dem heftigsten Feuer. Dies macht die Masse sehr geeignet zu feuerfesten Töpfen (daher der Name) und Tiegeln; zu diesem Behuf wird daher das Gestein da, wo es vorkommt, vielfach ausgebeutet. Es ist dies der Fall bei Chiavenna (südliche Alpen), bei Trondhjam (Norwegen) und bei Boston (Massachusetts). Zu demselben Zweck wird

ff) der Serpentin (Taf. V, Fig. 1)

verarbeitet, welchen wir hier noch anführen wollen. Es ist freilich keine ursprüngliche, sondern eine meist aus Olivingesteinen durch Zersetzung umgewandelte Gesteinsart, die aber nicht nur sehr häufig vorkommt, sondern manchmal geradezu förmliche Bergmassen bildet.

Der Serpentin ist ein dichtes oder feinkörniges, mildes, im Bruch mattschimmerndes Gestein von düster-grüner, selten brauner Farbe, meist mit dunklen, flammigen oder geaderten Flecken bedeckt und deshalb mit einer Schlangenhaut verglichen (daher der Name; serpens lat. „die Schlange“). Da er sich bei seiner Weichheit leicht schneiden läßt, so wird er vielfach zu Nippsachen verarbeitet und geschliffen; aber auch für praktischen Gebrauch findet er Verwendung, wie denn die Reibschalen aus Serpentin in unsern Apotheken früher eine große Rolle gespielt haben.

Das Gestein tritt öfters in massiger Form auf, gewöhnlich als Linsen, die, begleitet von Chlorit- und Talkschiefer, in die umliegenden Schichten eingelagert sind. Öfters bildet es auch Gänge und Stöcke, welche das benachbarte Gebirg durchsetzen (so bei Predazzo in Südtirol). Doch findet es sich ebenso häufig auch geschichtet und bildet dann bald dünnere Platten bald dickere Bänke, die zwischen Gneis, Talk-, Chlorit- oder Glimmerschiefer liegen (so im sächsischen Granulitgebirge, am Greiner in Tirol, in den

Alleghanies, im Ural ꝛc.) und eben damit ihre Abstammung aus diesen und ihre Eingliederung in die archäische Zeit zu erkennen geben. Selten tritt es als Schiefer auf (so bei Hoboken in der Nähe von New-York), bildet aber namentlich in den Alpen sehr beachtenswerte Massen, die jeder kennen sollte (Davos, Tauern ꝛc.).

b) Die Thonglimmerschiefer, Urthonschiefer oder Phyllite.

Mit diesen treten wir auf die Grenze zwischen den azoischen und petrefaktenführenden Formationen d. h. in jenes vielumstrittene Gebiet von Gesteinen, wo man nicht weiß, soll man sie noch zu den kristallinischen Schiefern der archäischen oder schon zu den Thonschiefern und echten Flözgesteinen der paläozoischen Zeit rechnen. Die Natur macht eben auch hier keinen Sprung, sondern vermittelt unmerklich, so zwar, daß für uns die eigentliche Grenzscheide und insbesondere das Gebiet verhüllt bleibt, in welchem erstmals organisches Leben auf unserem Planeten aufgetreten ist.

In jedem Fall zeigen die eigentlichen Phyllite unserem Auge keine Spur mehr davon, scheinen auch, wenigstens in ihren unteren (älteren) Lagen von jeher desselben ermangelt zu haben. Sind doch hier dem Thon noch so viele kristallinische Gemengteile beigesellt, daß man in der That teilweise noch an eigentliche kristallinische Schiefer denken möchte. Andererseits findet sich doch überall schon, wie auch der Name besagt, echter Thon in der Grundmasse, d. h. der schlammige Bodensatz einstiger Meere.

Die meist dunkle, oft schwarze Farbe dieser Schiefer rührt von kohligen Bestandteilen her, die Glimmerschüppchen geben dem Gestein jenen eigentümlich seidenartigen oder halbmetallischen Glanz, den selbst unsere Dachschiefer noch zu haben pflegen.

Als Anhaltspunkte für etwaige Einteilung der verschiedenartigen, hieher gehörigen Schiefergesteine lassen sich auch diesmal gewisse Einschlüsse mitvorkommender Mineralien am bequemsten benützen. Wir unterscheiden als die bekanntesten und wichtigsten dieser Urthonschiefer etwa folgende:

aa) Eigentliche Phyllite.

Unter diesen nennen wir zunächst die Sericitschiefer, welche großenteils aus sehr feinschuppigen, seidenglänzenden Muskowit-

blättchen (Sericit) zusammengesetzt sind. Weite Verbreitung besitzen diese Gesteine im Taunus, wo man nach der Farbe weiße, grüne, rote und braune Abarten unterscheidet.

Durch einen Gehalt an kohlensaurem Kalk zeichnen sich die Kalkphyllite aus. Schließen die phyllitischen Gesteine deutlich sichtbare Partieen von Quarz ein, so spricht man von Quarzphylliten. Für andere Varietäten ist ein wesentlicher Gehalt an Feldspat (Albit) oder größeren Biotitindividuen kennzeichnend.

Eine besondere Art von Phylliten enthalten ein chloritartiges Mineral, welches nach der Stadt Ottré bei Stavelot in Belgien den Namen Ottrelit erhalten hat. Diese Gesteine, welche als Ottrelitschiefer bezeichnet werden, finden sich hauptsächlich in den Ardennen, in Bayern und Nordamerika (Massachusetts).

Den Phylliten sowie bisweilen den älteren paläozoischen Schichten sind lokal Gesteine zwischengelagert, die man Porphyroide heißt. Dieselben sind häufig nur schwer von den Phylliten selbst zu unterscheiden. Es wurde ihnen daher öfters auch der Name Phyllit- und Sericitgneis beigelegt. Von einem Teil dieser Gesteine ist ein genetischer Zusammenhang mit Eruptivgesteinen und deren Tuffen nachgewiesen.

Eine Hauptrolle unter den Phylliten spielt eine Anzahl der durch den Kontakt mit Eruptivgesteinen (Granit &c.) umgewandelten Thonschiefer, in welchen sich dann, eben infolge jener Einwirkung der glutflüssigen Massen und des Drucks, teils allerlei Kristalle teils eigentümliche sonstige Absonderungen ausgeschieden haben. Dahin gehört der

1. Chiastolitschiefer,

welcher seinen Namen von dem griechischen „Chi“ (X, „Chistein“) hat und davon herrührt, daß in diesem Schiefer eigentümliche Kristalle eingestreut sind. Durch das Zentrum derselben zieht sich nämlich ein Thonschieferstreif, der den besten Beweis liefert, daß die Stücke an Ort und Stelle entstanden sein müssen. Werden die Kristalle größer, wie namentlich in den Pyrenäen, wo die Säulchen Daumendicke erreichen, so sieht man im Querschnitt zwei schwarze Linien (ebenfalls Thonstreifen) als Diagonalen durchziehen, die sich in der Mitte kreuzen, so daß bei geschliffenen Stücken allerdings ein

deutliches X entsteht. Aberglaube und Spekulation hat sich viel damit zu schaffen gemacht, und in Spanien allermeist werden zu Compostella (Provinz Galizien) noch immer eine Masse derartiger Steine verschliffen. Die Stücke stammen aus einem echten Urthonschiefer, wie sie ganz ähnlich als 2 cm dicke und fast 0,3 m lange rhombische Säulen auch in den Pyrenäen vorkommen, wo sie zu Amuletten verschliffen werden. Viel dünner und unscheinbarer sind die deutschen, so insbesondere die berühmten im Thonschiefer von Gefrees (Fichtelgebirg) liegenden Chiastolitnadeln. Auch bei Baden-Baden, im Unterharz, dann in der Bretagne, am Kap der guten Hoffnung u. s. w. kommen diese Dinge vor. Dadurch, daß die Neubildungen sich lokal anhäufen, entstehen die

2. Fleck-, Knoten-, Frucht- und Garbenschiefer.

In einem glimmerigen, feinschuppigen Thonschiefer bilden sich nämlich hier, durch Häufung des neugebildeten Andalusits eigentümliche, hirsekorngroße Konkretionen, die wie Knötchen (Knotenschiefer) oder wie Getreidekörner (Fruchtschiefer) aussehen. Büschelförmige Aggregate werden mit Garben (Garbenschiefer) verglichen, während unbestimmte Flecken zu dem Namen „Fleckschiefer" geführt haben. Solche Gesteine kommen in den Pyrenäen, im Erzgebirge, im Fichtelgebirge und sonst, stets in den Kontaktgebieten der Granite vor.

Direkt am Kontakt finden wir meist dichte, sehr harte Gesteine, welche ihrer Beschaffenheit wegen als Hornfelse benannt werden. In typischer Weise läßt sich diese Umwandlung der Schiefer bei Gefrees im Fichtelgebirge sowie an dem Granit von Eibenstock bei Schneeberg in Sachsen beobachten.

Die gewöhnlichen Thonglimmerschiefer (Thüringen, Harz) werden vielfach als Dachschiefer benützt oder auch zur Fabrikation von Schiefertafeln und Griffeln bergmännisch abgebaut.

Die älteren Glimmerschiefer dienen besonders in den Alpen zur Herstellung von Platten, als Material zur Umfriedigung der Gärten ꝛc.

Wir schließen damit die Reihe der gemengten Schichtgesteine und gehen zur letzten Abteilung weiter, zu den sogenannten

III. Trümmergesteinen (klastischen Gesteinen),

die aus der Wiederablagerung und öfters Wiederverkittung von Brocken mechanisch zerkleinerter und zertrümmerter (was das griechische „klastisch" bedeutet) oder chemisch zersetzter und verwitterter älterer Gesteine entstanden sind.

Wir unterscheiden dabei im einzelnen folgende 4 Hauptgruppen: Lose Haufwerke, verkittete Massen, Thongesteine und (vulkanische) Tuffe.

Kapitel I:

Die losen Haufwerke

teilen sich wieder von selbst in solche, die durch die Thätigkeit des Wassers und Windes, und solche, die durch die Thätigkeit des Feuers entstanden sind. Bei den

a) Produkten mechanischer Zertrümmerung durch das Wasser

handelt es sich, kurz gesagt, um Sand, Kies, Seifen, Grus, Geröll und Geschiebe. Gehen wir nun diese Trümmergesteine im einzelnen durch, so besagen freilich eigentlich die angeführten Namen schon genug. Jedermann, der sie hört, weiß auch sofort, was damit gemeint ist. Unter

1. Sand

versteht man lose, unverbundene Körner, meist von Quarz, aber auch Feldspat, Hornblende, Kalkspat, Dolomit, Glimmerschüppchen u. dgl.

Weitaus die erste Rolle spielt natürlich immer der Quarzsand; ist doch der Quarz eines der härtesten Mineralien, das deshalb, auch in die feinsten Körnchen zerrieben, unverändert sich gleich bleibt. Wenn man daher in der Geologie schlechtweg von „Sand" redet, so ist immer Quarzsand gemeint. Derselbe kann gröber oder feiner sein, je nachdem seine Körner länger oder kürzer umhergerollt wurden. Denn immer verdankt er sein Dasein ent-

weder bewegtem Wasser, das die Quarzstücke durch fortwährendes Rollen und Reiben zerkleinert, an einander abschleift und schließlich zu oft gewaltigen Massen aufschüttet, oder aber ist er infolge eines Verwitterungsprozesses entstanden, wobei Sandsteine nach Wegführung ihres Bindemittels wieder in ihr ursprüngliches Material aufgelöst und oft genug von Winden anderswohin fortgeführt wurden und werden. In diesem Fall spricht man von äolischer Bildung (Aeolus war in der griechischen Mythologie der Gott der Winde), wie beim Löß, der in der Regel auch diesen Ursprung hat.

Am häufigsten begegnet man dem (Quarz)-Sand am Meeresufer, wie ja auch das Sprichwort vom „Sand am Meer" in jedermanns Munde ist. In der Regel ist derselbe zu den allerfeinsten Körnchen zerrieben und so gleichmäßig und rein, daß man ihn ohne weiteres als „Streusand" für die Schreibstube benützen könnte. Man denke an die Watten und Dünen der Nordsee, oder gehe am Lido von Venedig spazieren: meterhohe Wälle solchen Sandes liegen da ausgebreitet, aus denen man die vom Meer ausgeworfenen Muschel- und Schneckenschalen herausliest.

Selbstverständlich haben auch die alten Meere der früheren Erdperioden uns solche Sand- und Strandbildungen hinterlassen. Dahin gehört z. B. der bald sehr feine, oft aber auch recht grobe Sand der oberschwäbischen Molasse (aus dem Tertiärmeer der mittleren Miocänzeit). Den feinen heißen die Leute Pfosand (von „Fuchs", weil der gern seine Höhlen darin eingräbt, wie auch die Uferschwalbe, deren Nistlöcher oft zu dutzenden in solchen Sandgruben an der steilen Böschung zu sehen sind), den groben nicht übel „Graupensand"; denn in der That: die erbsen- bis kirschkerngroßen Körner des weißen durchsichtigen Quarzkristalls gleichen auffallend unsern Hagelgraupeln.

Ein späteres, nämlich wahrscheinlich das diluviale Meer, das einst die norddeutsche Tiefebene bedeckte, hat seine Spuren ebenfalls in großen Sandmassen uns aufbehalten: man denke an die Mark Brandenburg und die Umgebung von Berlin, die seit alters als „Streusandbüchse des heiligen römischen Reiches" betitelt wurde.

Auf dem andern Wege, nämlich durch Verwitterung der (Quarz-) Sandsteine an ihrer Oberfläche, entstand und entsteht fortwährend

der Sand, mit dem die großen Wüsten der Erde bedeckt sind (Sahara, Arabien, Wüste Gobi ꝛc.). Dort wird dann das feine Material auch beständig von den Winden wieder weiter getragen und an oft sehr entfernten Orten abgelagert.

Durch Entziehung des Bindemittels entsteht auch der sogen. „Stubensand", wie er nicht übel in Schwaben genannt wird. Der weiche Sandstein des oberen Keupers verwittert nämlich hier oft verhältnismäßig rasch und zerfällt dann eben in diesen „Stubensand", dessen milchweiße, hirsekorngroße Quarzkörner ihn sofort erkennen lassen.

Dasselbe ist der Fall beim Dolomitsand; denn das Dolomitgestein, wie es z. B. im oberen Weißjura viel vorkommt, ist ebenfalls sehr weich, verliert also an der Oberfläche durch Einwirkung der Atmosphärilien sein kalkiges Bindemittel und zerfällt in Sand, den die Leute dann aus Löchern und Gruben sich holen.

Augitsande bestehen aus kleinen Augitkristallen, die z. B. das Meer bei Neapel aus einem Lavastrom auswascht, und dann als grünlich-schwarzen „Sand" wieder am Ufer aufhäuft. In derselben Weise redet man anderswo von Hornblende-, Feldspat- oder Kalkspat„sand", obgleich hier eigentlich das Wort schon nicht mehr im echten Sinne gebraucht ist.

Auch Flüsse und Ströme häufen Sandmassen an (denke z. B. an den Mainsand bei Würzburg) und setzen solche ab, namentlich gern an ihrer Mündung. So bildet der „Magneteisensand" am Ausfluß des St. Lorenzstromes mächtige, abbauwürdige Schichten, die in der That für Eisenindustrie verwertet werden.

Zuweilen sind die Sande durch kleine Beimengungen von Thon oder thonigem Kalk wieder lose zusammengebacken, was dann nach und nach zu förmlicher Sandsteinbildung führen kann, ein Prozeß, den man öfters am Meeresufer noch fortwährend vor sich gehen sieht. In den Sandmassen sind auch allerlei Konkretionen: Zapfen, Knauer, Knollen und dgl. eingebacken; dieselben haben sich durch Zusammenziehung eines Haufens von Sandkörnern unter Mitwirkung von einem kalkhaltigen, thonigen oder eisenschüssigen Bindemittel gebildet.

Nehmen die Sandkörner die Größe von Erbsen und darüber an, so heißt man das Material

2. Kies.

Nur in uneigentlichem Sinn und entschieden falsch wird daher dieser Name von unserem Volk auf die Schotterablagerungen der Flüsse übertragen, wenn man da so häufig von „Kiesgruben", „Kiesbänken" 2c. reden hört. Hier hat man es, richtiger ausgedrückt, mit (kleinerem) „Geröll" zu thun, d. h. mit Steinbrocken, die das Wasser beim Transport „gerollt" und gerundet hat. Von

3. Grus

redet man, wenn erbsen- bis haselnußgroße, sei's gerundete, sei's eckige Teile von festem Gestein zusammengehäuft sind. So sind z. B. unter „Granitgrus" die lockeren Massen zu verstehen, in welche Granitgesteine bei ihrer Verwitterung zerfallen. Auch den sogen. „Gehängeschutt" mag man hieher zählen, d. h. jene Haufen abgebröckelter eckiger Gesteinsstücke, die oft in mächtigen Halden am Fuß von Felsen und Felswänden sich angelagert haben.

Da wir es hier mit Gesteinsmaterial zu thun haben, das noch an Ort und Stelle seiner Herkunft liegt, im Gegensatz zu dem vorhin besprochenen „Kies" und „Geröll", bei dessen Stücken eben durch das Fortgerolltsein die Ecken und Kanten mehr oder weniger oder auch vollständig abgeschliffen sind, so mag bei dieser Gelegenheit auch der sogen.

4. Laterit

kurz besprochen werden, der in den feuchten Tropenregionen von Südostasien, Afrika und Südamerika (Brasilien, Paraguay) oft weite Länderstrecken bedeckt. Es ist weiter gar nichts als das Verwitterungsprodukt des in der betreffenden Gegend anstehenden (Flöz- oder Eruptiv-) Gesteins, das, weil von keinem fließenden Wasser fortgeführt, an seiner Geburtsstätte liegen bleibt, oft eine mehrere Meter mächtige Decke über seinem Muttergestein bildet und im Lauf der Zeit infolge fortschreitender Zersetzung des letzteren immer mehr nach der Tiefe zu wächst.

F. von Richthofen beschreibt den Laterit folgendermaßen: „Er

besteht aus einem schwammig zelligen, rot oder braun gefärbten, sehr eisenhaltigen Gewebe, dessen Höhlungen mit einer helleren, oft weißlichen Substanz ausgefüllt sind, so daß frische Ausbrüche des festen, aber leicht schneidbaren Lateritbodens ein geflecktes Ansehen zeigen. An der Luft verfestigt sich das Gebilde, nimmt dunkelbraune Färbungen und erhält ein braunes, schlackenartiges Aussehen, indem zunächst der Oberfläche der schwammige Inhalt der Zellen ausgewaschen wird". Die verschiedensten Gesteinsarten, kristalline Schiefer, Gneis 2c., Flözgebilde, aber auch Eruptivmassen, wie Basalt liefern das Material zur Bildung des Laterits und können daher als dessen Muttergestein bezeichnet werden.

In letzter Instanz, d. h. auf seiner Oberfläche verwittert natürlich auch der Laterit wie jedes Gestein zu dem, was man Humus oder Ackererde heißt. Wenn die letztere aber fast überall eben als „Ackererde" oder „Boden" sich zeigt, ohne eingestreute Steinbrocken, so verdankt man dies nach Darwins Beobachtungen den Regenwürmern, durch deren Darmkanal diese „Erde" fortwährend geführt und ebendamit die Bodenoberfläche erhöht wird.

Trautschold hat alle derartigen Verwitterungsprodukte, die an ihren Geburtsstätten liegen bleiben, nicht übel als „Eluvium" (Auslaugungsmaterial) bezeichnet. Etwas anderes ist's mit den sogen.

5. Seifen.

Das sind Sand- oder Kiesablagerungen, in welchen zugleich gerollte und ausgeschwemmte Körner von (Edel-) Metallen, Erzen oder auch Edelsteinen sich finden (Goldseifen in Kalifornien, Zinnseifen in Cornwall, Platinseifen im Ural, Diamantseifen in Brasilien und Afrika, Korundseifen in Ostindien und Ceylon 2c.). Als

6. Gerölle (Schotter)

bezeichnet man, was eben der Name besagen will, „gerolltes", weil vom Wasser fortgeführtes und auf dem Transport abgeschliffenes Gesteinsmaterial aus allen Formationen. „Schotter" ist wohl ein technischer Ausdruck und stammt davon her, daß vielfach die Straßen damit „beschottert", d. h. überschüttet werden. Endlich nennen wir noch die

7. Geschiebe und erratischen Blöcke.

Beides sind Gesteinsbrocken, die von fernher an ihren gegenwärtigen Lagerplatz, aber nicht durch Wasser, sondern durch Eis (auf dem Rücken von Gletschern) „geschoben" wurden. Sie sind daher auch nicht eigentlich gerundet, zeigen vielmehr oft noch Kanten und Ecken. Der Unterschied besteht lediglich in der Größe. Solche von Kopfgröße und darüber heißt man Geschiebe; werden sie aber zentnerschwer und sogar hausgroß, dann redet man von erratischen (d. h. „Irr-") Blöcken oder „Findlingen" (vgl. uns. Fig. 24 und 25 auf S. 131 u. 132).

Dieselben Gebilde, d. h. lose Haufwerke von Sand-, Gesteinsbrocken zc. können aber auch auf feurigem Wege entstehen. Es sind dies die sogenannten

b) vulkanischen Auswürflinge (vulkanischer Schutt),

wie sie bei allen thätigen Vulkanen infolge von Ausbrüchen zu Tage gefördert und je nach Form, Größe, Zusammensetzung zc. wieder als Asche, Sand, Lapilli, Bomben, Fladen, Blöcke, Bimssteintuffe u. dgl. unterschieden werden.

Wir müssen die Produkte der vulkanischen Ausbrüche in zwei Gruppen einteilen. Die eine derselben umfaßt die aus den schmelzflüssigen Laven erstarrten Ergußgesteine, die andere das lose Auswurfsmaterial, welches sich aus Fragmenten der vulkanischen Gesteine wie der durchbrochenen Sedimente zusammensetzt.

Wenn wir die Erzeugnisse der Vulkane früherer Zeiten richtig erkennen wollen, müssen wir zunächst die einzelnen Vorgänge bei den Ausbrüchen unserer heute noch thätigen Vulkane studieren.

Unter letzteren dürfte ohne Zweifel der Vesuv am bekanntesten sein und zwar nicht nur deshalb, weil er der einzige thätige Feuerberg unseres Kontinentes ist, sondern besonders auch aus dem Grunde, weil wir über seine Thätigkeit eine Reihe von ausführlichen Berichten haben. Es würde uns zu weit führen, die Geschichte dieses Berges hier zu besprechen. Dagegen soll die Art und Weise eines Vesuvausbruches Erwähnung finden und zwar auf Grund der meisterhaften Schilderung, welche uns Leopold von Buch gegeben hat.

Tafel V.



1.



2.

1. **Serpentin.** — 2. **Gabbro** (mit Diallag).

Dieser berühmte Naturforscher hat den Vesuv im Jahre 1799, also 5 Jahre nach dem gewaltigen Ausbruch vom Juni 1794, zum ersten Male gesehen. Bei seiner zweiten italienischen Reise im

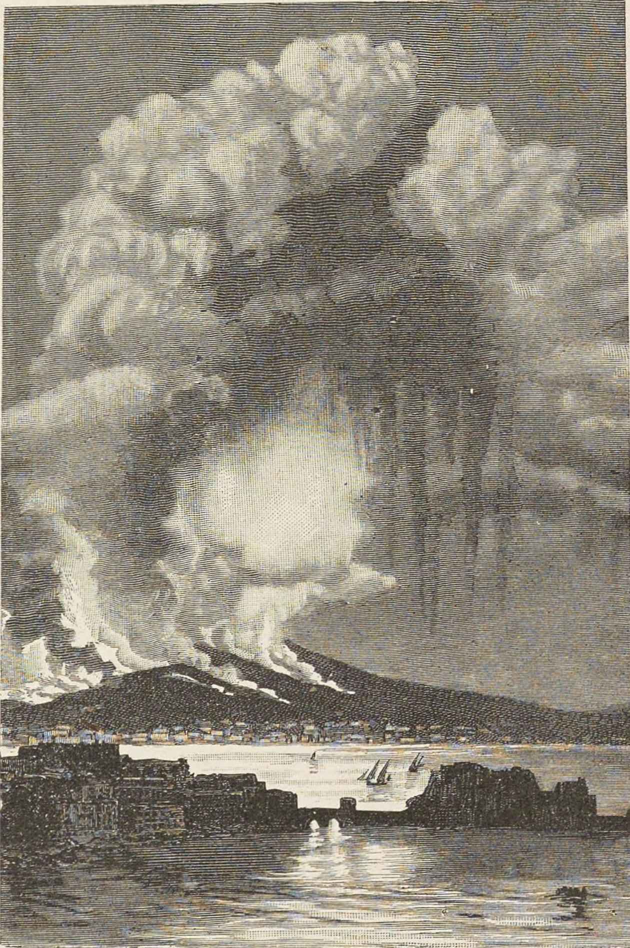


Fig. 38. Der Vesuv in heftiger Thätigkeit.

Jahre 1805 war Buch selbst Augenzeuge eines Vesuvausbruches.

Wir verdanken ihm nicht nur eingehende Berichte von dem, was er selbst gesehen hat, sondern auch eine ausführliche Erzählung

von dem Ausbruche im Jahre 1794 und im Anschluß daran eine Reihe von Beobachtungen über die vulkanischen Erscheinungen am Vesuv.

Wir entnehmen den Ausführungen v. Buchs folgendes. Am 12. Juni 1794 um Mitternacht wurden die Bewohner durch ein heftiges Erdbeben erschreckt. Am 15. Juni gegen 11 Uhr Nachts erfolgte ein zweites Erdbeben, welches aber nicht wie drei Tage zuvor als „wellenförmiges Schwanken“ des Bodens fühlbar war, sondern als ein unregelmäßiger Stoß von solcher Gewalt, daß die Fenster klirrten und Risse in den Häusern entstanden. Der Berg war an seinem Fuße „geborsten“, und aus den entstandenen Spalten sprang die Lava „in parabolischem Bogen unter dumpfem, aber heftigem Lärm“ hervor.

„Rauch, Flamme und Dampf erhoben sich zu ungeheuren Höhen jenseits der Wolken und verbreiteten sich dann auf beiden Seiten in Form einer unermeßlichen Pinie (wie zu Plinius Zeit; vgl. unsere Fig. 38). Über eine Stunde lang währte dieser heftige Ausbruch unter „unaufhörlichem Schwanken“ des Berges. „Die Lava brach jetzt stoßweise aus den Öffnungen hervor, aber in schnell hintereinander sich folgenden Stößen mit donnerähnlichem Knall. Die so gewaltsam und tobend hervorstoßenden elastischen Mächte schleuderten unzählbare große Felsstücke zu erstaunlicher Höhe hinauf in die Luft, und neue Flammen und schwarze Rauchwolken folgten diesen zertrümmerten Felsen“. Am folgenden Morgen war der Vesuv in eine schwarze Wolke gehüllt. In Neapel und dessen Umgebung fiel „feiner Aschenregen“, welcher alles bedeckte und besonders den Pflanzungen verderblich wurde. „Diese Asche fiel um so stärker und häufiger, je näher am Berge. Als sie eine Linie hoch die Straßen von Neapel bedeckte, lagen fünf Linien bei Portici, neun Linien in Resina und fünfzehn Linien in der Nähe der Lava. In Neapel war es schwarzer, feiner Staub, näher dem Vulkan zu ein dunkler Sand mit erkennbaren Teilen, und auf dem Vesuv waren Lapilli d. h. kleine Steintrümmer, gefallen“ . . . „Man hörte ein unaufhörliches entfernt scheinendes Donnern, und schnelle Blitze im schwarzen, vom Berge sich herabwälzenden Regen erhellten die finstere Nacht. Man sah, daß diese gewaltige Masse aus dem großen Krater auf dem Gipfel des Berges herabgewälzt ward. Man sah,

wie sich eine ungeheure, dichte, rundgestaltete Wolke aus dem Innern erhob, wie sie sich aufzublähen schien, je höher sie stieg". Am 18. stürzte der Krater in sich zusammen; der Aschenregen indes hörte nicht auf; „der ganze Vesuv schien sich in Staub herabstürzen zu wollen". Bis zum 26. Juni dauerte der Aschenregen mit Unterbrechungen und erst anfangs August „kehrte Heiterkeit in das glückliche Klima Neapels zurück".

In welcher Masse vulkanische Aschen ausgeworfen und bis zu welcher Höhe die feinsten Teile derselben emporgeschleudert werden, dafür bieten unsere thätigen Vulkane großartige Beispiele. So wurde bei einem Vesuvausbruch einmal die Gegend von Neapel meilenweit 6 m tief mit solcher Asche bedeckt; diejenige des Aetna flog einst bis Konstantinopel und solche von den Feuerbergen Islands bis Schweden und Norwegen, wo sie dann niederfiel. Ja, bei dem Ausbruch des Krakatau (im indischen Archipel) wurde die Asche in einer Höhe von mehr als 10000 m um den ganzen Erdball geführt, was zweifelsohne die damals auch bei uns zu beobachtenden merkwürdigen Abendröten hervorrief (Herbst 1883).

Um sich die Ausbrüche der Vulkane zu erklären wurde vielfach angenommen, daß Wasser von oben her in den Schmelzherd eindringe und die Explosionen verursache. Ganz besonders wurde dieser Vorgang für die Stratovulkane (Schichtvulkane) in Anspruch genommen; es mag auch in der That manchmal oberirdisches Wasser mit im Spiele sein. Doch ist es durchaus nicht notwendig, eine solche Vereinigung von Oberflächenwasser mit dem glühenden Magma für alle Eruptionen, selbst nicht für alle Aschenausbrüche anzunehmen; denn viele Beobachtungen haben uns belehrt, daß die meisten vulkanischen Schmelzflüsse schon ursprünglich reichlich Gase, namentlich Wasserdämpfe absorbiert enthalten, welche beim Zutagetreten der Laven mit mehr oder weniger Gewalt ausgestoßen (d. h. entbunden) werden.

Für alle Eruptionen müssen wir aber das Vorhandensein von brüchigen Stellen in unserer Erdkruste, von Spalten und Brüchen voraussetzen, sei es nun, daß dieselben bis an die Erdoberfläche fortsetzen oder nicht. Nur an solchen Stellen, wo verminderter Druck dem Magma das Aufsteigen erlaubt, sind Vulkane möglich.

Von den Produkten der vulkanischen Eruptionen haben wir

die als glühendflüssige Laven ausgebrochenen Eruptivgesteine schon früher besprochen. Es erübrigt uns nur noch einen Überblick über das vulkanische Trümmermaterial zu geben.

Sehen wir uns zunächst die losen Auswurfmassen im einzelnen näher an, so unterscheidet man, wie gesagt

1. vulkanische Asche und Sand,

d. h. entweder feinste Staubteilchen oder hirsekorn- bis erbsengroße Steinchen, Lavabröckchen u. dgl., die eben von der Zersprengung größerer Stücke herrühren und der Explosivkraft des Dampfes ihren Ursprung verdanken. Wiederum lediglich durch die Größe davon getrennt sind diejenigen Stücke, die man

2. Lapilli und Bomben

zu nennen pflegt. Erstere (von lapis lat. „der Stein", also „Steinchen", im neapolitanischen Dialekt in „Rapilli" verketzert) sind hasel- bis walnuß-, letztere aber faust- bis kopfgroße Schlackenbrocken von meist blasiger und poröser Beschaffenheit und dunkler Farbe (vgl. z. B. unsere Fig. 2 auf Taf. IX). Werden sie, wie gewöhnlich, noch glutflüssig in die Höhe geschleudert, so nehmen sie durch Rotierung und Erstarrung beim Herabfallen in der Luft rundliche oder keulenförmige Gestalt an, denen man eben das „Gedrehte" noch recht gut ansieht. Man nennt diese Gebilde „Fladen", und schon oben haben wir von solchen auf diese Weise entstandenen „Trachytfladen" aus der Tertiärzeit geredet (s. unsere Fig. 1 auf Taf. VIII). Auch in Basalttuffen kommen, wiewohl selten genug, solche Auswürflinge und Schlacken vor. Besonders berühmt dafür ist der Kammerbühl bei Eger (Böhmen) geworden, wo der Basalt den Glimmerschiefer durchbrach und bei seiner Eruption echte Bomben und Lapilli ausschleuderte, die man jetzt noch in Menge dort auflesen kann. Schon Goethe hat das richtig erkannt und den Berg als einen alten Vulkan beschrieben und abgebildet.

Wieder nur durch die Größe davon verschieden sind

3. die vulkanischen Blöcke,

die oft mehrere Meter im Durchmesser halten und zentnerschwer werden können. Es sind entweder riesige Lavabrocken, die im

Innern aus dichter Steinmasse bestehen, während der Rand einer blasigen Schlacke gleicht, oder aber fremde Gesteinsstücke, die beim Durchbruch aus den umliegenden (Sediment-) Schichten weg und mit emporgerissen wurden. Solche fremdartige Blöcke — man könnte sie in gewissem Sinn auch „erratische" heißen — finden sich z. B. in der sogenannten Somma, d. h. in dem alten (aus vorhistorischer Zeit herstammenden) Krater des Vesuv in großer Anzahl. Endlich nennen wir

4. **Bimssteinsand und Bimssteingeröll,**

d. h. Bruchstücke aus der an der Oberfläche zu einer schaumigen Masse erstarrten Lava, die ebenfalls aus dem Krater in die Höhe geschleudert und dann oft erst in weiter Entfernung davon wieder abgesetzt wurden. Sie backen vielfach auch unter Einwirkung des Wassers zu „vulkanischen Tuffmassen" zusammen. Solches Geröll wurde auch aus längst erloschenen Feuerbergen, z. B. aus denen der Eifel (Laacher See) meilenweit (bis Nassau und in die Gegend von Marburg) von Flüssen fortgeführt.

Während bisher nur von dem Auswurfsmaterial der noch thätigen oder jedenfalls noch nicht lange erloschenen Vulkane die Rede war, werden wir jetzt zu den Trümmermassen der Vulkane früherer Erdperioden übergeleitet, nämlich zu den sogen.

Kapitel II:

vulkanischen Tuffen.

Dieselben sind aus den losen Auswürflingen der Vulkane durch spätere Verfestigung entstanden und daher ebenso mannigfaltig zusammengesetzt, wie jene. Lavabomben, Bruchstücke der verschiedenartigsten durchbrochenen Gesteine sedimentären und eruptiven Ursprunges liegen bunt durcheinander, zu einer vulkanischen Breccie vereinigt. Haben die losen Auswürflinge durch Wasser eine Umlagerung erfahren, so werden solche Massen als geschichtete Tuffe bezeichnet; wenn aber bei dieser Umlagerung eine Mischung mit normalen Sedimenten stattgefunden hat, so redet man von Tuffiten.

Theoretisch kann natürlich und muß eigentlich bei jedem

Feuergestein, das überhaupt bis an die Oberfläche empordrang, von ihm zugehörigen derartigen Tuffen geredet werden; und so spricht man in der That auch nicht bloß von Basalt- und Phonolit-, sondern ebenso von Diabas- und Porphyrtuff. Der Unterschied zwischen den Tuffen der vortertiären und denen der jüngeren Eruptivgesteine ist natürlich, wie bei diesen selbst, nur durch die mehr oder weniger weit gehende Umwandlung der ersteren bedingt. Wie bei den Ergußgesteinen wollen wir jedoch auch hier die Einteilung in ältere und jungere Tuffe beibehalten. Fassen wir zunächst diejenigen der

a) jüngeren Ergußgesteine

ins Auge und beginnen wir mit den

1. Liparittuffen.

Dieselben bestehen natürlich vorzugsweise aus Bruchstücken liparitischer Gesteine (vgl. oben S. 243 ff.), zu welchen sich noch Trümmerbrocken der durchbrochenen Sedimentgesteine gesellen. Je nachdem diese Tuffe aus Aschen oder aus gröberen Auswurfsstoffen entstanden sind, werden ihnen verschiedene Namen beigelegt.

So spricht man von Aschentuffen und von Kristalltuffen der Liparite, ein andermal von Bimssteintuff, wenn der Asche viele Bimssteinfragmente beigemengt sind. Liparitische Aschen und Sande, sowie Liparittuffe kennt man von den Liparischen Inseln, aus Ungarn und andern Liparitgebieten.

Zu den Liparittuffen gehört ferner ein Gestein aus dem Ries bei Nördlingen. An gewissen Stellen der dortigen Gegend finden sich Massen von eigentümlich rauhem und schlackigem Aussehen. Es ist der dort so genannte „Backofenstein", aus dem z. B. die Kirche von Nördlingen erbaut ward.

Die den Trachyten zugehörigen

2. Trachyttuffe

ähneln noch den Liparittuffen außerordentlich, da das trachytische Material sich von liparitischem nur durch das Fehlen von Quarz unterscheidet.

Dahin gehören unter andern die Tuffe des Brohlthals bei Andernach a./Rh., die heute noch, wie schon von den Römern,

zu hydraulischem Kalk (Zement) verarbeitet werden. Dieser Trachyttuff läuft unter dem Namen „Traß“ und stellt einen echten Bimssteintuff dar, wie solcher den ganzen Laacher See umgiebt und vielleicht aus dem alten Krater von Kruft (zwischen dem Dorf Kruft und dem Laacher See), dem sogen. „Krufter Ofen“, herausgeblasen wurde; denn dort liegen diese Schichten in einer Mächtigkeit von nahezu 30 m.

Auch die Bimssteintuffe in der Gegend von Gießen schließen sich hier an, ja sie dürften mit dem Trachytgestein des Laacherseegebiets in direktem Zusammenhang stehen.

Ganz besonders mächtig tritt aber der Trachyttuff im Siebengebirg auf, wo vielfach (in der altberühmten Kölner „Domkaule“) große Sanidinkristalle davon umhüllt sind.

Ebenso findet sich in den Euganeen südlich Padua, in Zentralfrankreich (Auvergne), sowie in Ungarn eine Menge Trachyttuff; die berühmten edlen ungarischen Opale z. B. liegen eben in diesem Gestein und dürften als Verwitterungsprodukte angesehen werden.

Puzzuolanerde.

Auch die Tuffe der phlegräischen Felder (bei Neapel) müssen den Trachyttuffen, und zwar den Bimssteintuffen zugerechnet werden. Hieher gehören weiter die als Puzzuolan und Pausilipptuff benannten Massen, welche schon von den Römern, wie heute noch, zu Mörtel verwendet wurden.

Der letztere Name rührt von dem berühmten Bergrücken her, der den Golf von Neapel von demjenigen von Puzzuoli (dem alten Puteoli) scheidet. Er wurde schon zur Römerzeit durch einen mächtigen, heute noch in Benützung stehenden Tunnel durchbrochen, der den beiden genannten Städten eine ebene Verbindungsstraße gewährt. Dieser ganze Rücken, aus dessen Material „sich viele Vesuve aufbauen ließen“, besteht aus einer spröden und leichten Aschenmasse von strohgelber Farbe, dem berühmten „pulvis Puteolanus“, der durch Berührung mit Wasser „zu Stein wird“.

Alaunstein.

Hier schließen wir noch den Alaunstein an, wie er sich in Tokay (Ungarn), in der Auvergne und in Mittelitalien findet,

wo (bei Tolfa) ein starker Bergbau darauf umgeht. Dieses Gestein ist lediglich ein Umwandlungsprodukt von Trachyt und Trachyttuff, eine weiße oder gelbliche Masse, die überall von feinen Körnern von Aluminit durchschwärmt wird und daher ein technisch wichtiges und vielbegehrtes Material darbietet.

Dem Alter nach und auch in sonstiger Hinsicht fügen sich an die Trachyttuffe unmittelbar an die

3. Phonolit- („Klingstein"-) tuffe,

von denen z. B. die Berge des Hegau, so weit wir es dort mit Phonolitmassen zu thun haben, mantelartig umhüllt sind. Das Gestein umschließt hier vielfach organische Reste (Schneckenschalen), aus denen man auf das Alter dieser Eruptionen einen ziemlich sicheren Schluß ziehen kann. So stehen die Phonolittuffe am Fuß des Hohenkrähen, welche Steinkerne von Helix sylvana Kl. einschließen, höchstwahrscheinlich zugleich mit den Blätter und Insekten führenden berühmten „Öninger Schiefern" (bei Stein a. Rh.), einem alten Sumpfkalk, in Beziehung und weisen damit auf jungtertiäre Zeit (Obermiocän). Gegen das Ende des Tertiärs also scheinen jene Eruptionen stattgefunden zu haben, denen wir die schönen Bergkegel des Hegau verdanken, deren erstarrte Laven jetzt zum Himmel ragen, nachdem im Lauf der Zeit der weiche Tuffmantel durch Erosion weggeschwemmt worden ist. Auch bei Teplitz (Böhmen) findet sich Phonolittuff und geht dort öfters durch Hinzutreten von gerundeten Phonolitbrocken in ein förmliches Konglomerat über.

Ebenso trifft man in Siebenbürgen neben den dortigen Andesiten Tuffablagerungen, welche diesen Gesteinen zugezählt werden müssen. Auch anderwärts kennt man solche „Andesittuffe", z. B. auf Java und in Nevada (Nordamerika).

Gehen wir nun weiter zu den

4. Basalttuffen,

wie sie z. B. in der Mitte der schwäbischen Alb im engsten Zusammenhang mit den dortigen Basalten an zahlreichen Punkten und in großer Menge zu Tag treten. Das Gestein schließt hier

neben Brocken von zersetztem Basalt und Olivin meist auch allerlei Auswürflinge oder Gesteinsstücke in sich, welche von den das „Maar" umschließenden Wänden in jenes hineinfielen, hauptsächlich aus dem weißen Jura, von dem oft zentnerschwere Blöcke sich finden. Manchmal bildet es sich zu einer förmlichen Basalttuffbreccie um.

Neuerdings hat man den Versuch gemacht, dieses Gestein als Düngungsmittel für den Ackerbau zu verwerten, natürlich nur in fein gepulverter Form („Steinmehl"). Ob es praktische Bedeutung bekommt, muß die Zukunft lehren; bis jetzt ist, wie es scheint, der Erfolg ein sehr zweifelhafter gewesen.

Daß in solchen Tuffen unter Umständen auch organische Reste (Schneckenschalen, Pflanzenblätter ꝛc.) eingebacken sein können, liegt in der Natur der Sache und kommt z. B. in den schwäbischen Basalttuffen gar nicht selten vor.

Gelegentlich sei indes hier nochmals daran erinnert (vgl. S. 267), daß der Basalttuff in Schwaben und im Hegau nicht dem normalen Feldspatbasalt zugehört, sondern mit Melilit- und Nephelinbasalt verknüpft ist.

Im übrigen findet sich Basalttuff natürlich fast überall, wo Basalt zu Tag tritt, so namentlich in Böhmen, am Vogelsberg, bei Kassel und an andern Orten. Ein besondere Art des Basalttuffs ist der

Palagonittuff, welcher eckige Körner und Brocken von braunen Basaltgläsern in sich schließt. Er findet sich meist in der Nähe der Küsten (auf Island, Sizilien, den kanarischen und den Galapagos-Inseln, doch auch hin und wieder in der Eifel).

Im Anschluß an die Basalttuffe sei noch ein Tuffgestein erwähnt, welches die Leucitgesteine der Umgegend von Rom begleitet und als Peperino bekannt ist. Dasselbe schließt neben Augit und Glimmer auch reichlich Leucite ein.

Wir gehen nun über zu den Tuffen der

b) älteren Ergußgesteine.

Wie schon oben (S. 243) gezeigt wurde, entsprechen den Basalten, Trachyten ꝛc. des Tertiärs und der Jetztzeit gewisse Ergußgesteine aus früheren Erdperioden, wie die Quarzporphyre,

die Diabase, die Melaphyre &c. Es liegt aber in der Natur der Sache, daß überall da, wo es sich um Eruptionen feuriger Massen handelt, auch Aschenausbrüche sich einstellen. Und da, wie wir ebenfalls schon des öfteren gehört haben, in keiner der früheren Perioden die vulkanische Thätigkeit auf der Erde völlig geruht hat, so werden wir neben den eigentlichen Laven auch deren Nebenprodukt, den vulkanischen „Tuff“, in allen Formationen antreffen. In der That führen auch die vorhin genannten Porphyre, Diabase, Melaphyre &c. solche Tuffgesteine neben sich, die uns beweisen, daß wir in jenen nichts anderes als alte Laven vor uns haben, wogegen natürlich die Tiefengesteine (wie Granit, Syenit &c.) niemals Tuffe bilden konnten, weil sie es gar nicht zu Laven- und Aschenausbrüchen brachten, sondern im Erdinnern zur Erstarrung gelangten.

Dagegen sind Auswurfsmassen von fast allen bekannten alten Ergußgesteinen wirklich gefunden worden. Für unsern Zweck genügt es indessen an zweien, die wir als die häufigst auftretenden nun etwas genauer uns ansehen wollen: Porphyrtuffe und Diabastuffe.

1. Die Porphyrtuffe,

wie sie z. B. die Quarzporphyre des Schwarzwalds und Odenwalds begleiten, unterscheiden sich von den jüngeren Liparittuffen nur durch die mehr oder weniger tief eingreifenden Umwandlungen, welchen sie im Laufe der Zeit ausgesetzt waren.

Je nachdem das ursprünglich lose Material nur aus Aschen oder Sand bestand, oder aber sich zu diesem größere Gesteinsfragmente gesellten, kann man auch hier verschiedene Arten unterscheiden. So werden die aus Aschen hervorgegangenen Massen als dichte Tuffe bezeichnet.

Zu diesen gehören auch die sogenannten Thonsteine. Aus kleinen Bruchstücken und Kristallen von vorwiegend Quarz und Feldspat setzen sich die Kristalltuffe zusammen. Bestehen die Tuffe hauptsächlich aus größeren Bruchstücken von Quarzporphyren und neben solchen von durchbrochenen Sedimentgesteinen, so spricht man von agglomeratischen Tuffen.

Viele dieser Quarzporphyrtuffe sind durch spätere Verkieselung

verändert worden und werden daher als silifizierte Tuffe bezeichnet. In solchen Tuffmassen hat sich bisweilen die Kieselsäure lokal angereichert; so schließen z. B. die Porphyrtuffe am Hauskopf bei Oppenau im Schwarzwald schöne Achatkugeln in sich.

Außer im Schwarzwald und im Odenwald kennt man Porphyrtuffe noch aus Sachsen und Thüringen, aus den Vogesen, aus der Gegend von Lugano u. a. O.

Während uns in den Porphyrtuffen die einst losen Auswurfmassen der sauren Ergußgesteine aus vortertiären Zeiten vorliegen, repräsentieren sich

2. die Diabastuffe und Melaphyrtuffe

als die vulkanischen Klastika der entsprechenden basischen Gesteine. Wie schon die Namen besagen, handelt es sich hier um Tuffmassen, welche in enger Verknüpfung mit Diabasen und Melaphyren auf treten.

Diabastuffe sind in unseren deutschen Diabasbezirken weit verbreitet. Man kennt dieselben aus dem Nassauischen, aus dem rheinischen Schiefergebirge, aus dem Harz, aus Thüringen und aus dem Fichtelgebirge, wo sie mit den deckenförmig ausgebreiteten Diabasen wechsellagern.

Gümbel, welchem wir eine eingehende Beschreibung des Fichtelgebirges nebst dessen Gesteinen verdanken, hat die dortigen Diabastuffe wegen der eigenartigen schalig-schieferigen Struktur als Schalsteine zusammengefaßt. Wegen ihrer grünlichen Färbungen wurden die Diabase und ihre Tuffe auch als Grünsteine und Grünsteintuffe bezeichnet.

Die Melaphyrtuffe erinnern in ihrem Aussehen durchaus an die Basalttuffe, mit welchen sie ja auch stofflich identisch sind.

Kapitel III:

Sandsteine, Konglomerate und Breccien

a) der Sandstein

ist nichts anderes als ein Haufwerk von (Quarz-) Sandkörnern, die später durch irgendwelches (thoniges, kalkiges, bituminöses, kieseliges oder eisenschüssiges 2c.) Bindemittel wieder zu einer festen Masse verkittet wurden. Der Sand selbst aber ist, wie wir schon öfters gehört haben, lediglich das Endprodukt von sei's mechanischer Zertrümmerung und Abwaschung, sei's chemischer Zersetzung und Auslaugung, also nur auf wässerigem Wege entstanden, und nicht minder verdankt man auch seine nachherige Wiederverkittung dem Wasser, wie denn die meisten Sandsteingebirge dadurch sich als Wasserablagerungen (Sedimente) erweisen, daß ihre Schichten sich in bestimmte Bänke, Lager 2c. absondern oder durch natürliche Klüfte und Spalten geschieden werden, was selbstverständlich den Abbau bedeutend erleichtert.

Es hat ja nun freilich kein großes Interesse, die unendlich vielen Arten und Abarten von Sandsteinen näher durchzugehen; weiß doch fast jedes Kind, was mit dem Namen gemeint ist. Um so mehr wollen wir die technisch-industrielle Bedeutung dieser Gesteine hervorheben und am Schluß die wichtigsten derselben der Reihe nach aufzählen, soweit sie insbesondere als Bausteine Verwendung finden.

Verschiedene Arten von Sandstein.

Als Anhaltspunkt für eine weitere Einteilung der Sandsteine kann man allerlei benützen. In erster Linie wird man auf die Größe des Korns Rücksicht nehmen, und unterscheidet darnach feinkörnige und grobkörnige Sandsteine; bei letzteren darf das Korn bis zu Erbsengröße anschwellen. Wird's aber noch größer, so nennt man die Masse nicht mehr Sandstein, sondern Konglomerat. Sodann kann die Formation ins Auge gefaßt werden, aus welcher der betreffende Sandstein stammt; darnach wird man das

Alter der Schichten in Betracht ziehen und, sei's von unten nach oben oder umgekehrt, der Reihe nach unterscheiden: Oldredsandstein, Buntsandstein, Keupersandstein, Liassandstein, Hilssandstein, Molassesandstein. Oder aber kann man nach den versteinerten Einschlüssen gruppieren und von Spiriferensandstein, Schilfsandstein, Nummulitensandstein, Blättersandstein &c. reden.

Auch nach Lokalitäten wurde schon geschieden, an denen die betreffenden Sandsteine besonders ausgeprägt vorkommen; daher rühren z. B. die Namen Potsdamsandstein, Vogesensandstein, Deistersandstein u. s. w. Endlich mag man das Bindemittel in Betracht ziehen, das die Sandkörner verkittet, und das kieselig, thonig oder kalkig, bituminös, glaukonitisch oder eisenschüssig sein kann. Je nach seinem Inhalt wechselt auch die Farbe und Härte des betreffenden Sandsteins. Wir unterscheiden darnach als die wichtigsten etwa folgende Arten:

1. thonigen Sandstein, der beim Anhauchen den charakteristischen Thongeruch zeigt,

2. mergeligen Sandstein, bei dem das Bindemittel ungefähr in der Mitte zwischen Thon und Kalk steht,

3. kalkigen Sandstein; der verkittende Zement ist kohlensaurer Kalk, entweder in dichter Form oder kristallisiert. Haben wir daneben noch kohlensaure Magnesia, so entsteht dolomitischer Sandstein. Es giebt ferner

4. kieseligen Sandstein (Glaswacke) mit festem hornsteinartigem Zement. Hieher gehört auch der sogen.

5. kristallinische Quarzsandstein oder kurzweg Kristallsandstein genannt, der aus lauter kristallinischen Quarzkörnern, von Hirsekorn bis Erbsengröße und darüber, zusammengesetzt ist, die nur durch ein äußerst spärliches kieseliges Bindemittel verkittet wurden, so daß man eigentlich nur Quarzkörner zu sehen bekommt. Wir erinnern in dieser Hinsicht an den untertriasischen Quarzsandstein in den Vogesen („Vogesensandstein"), an die Kieselsandsteine der Braun- und Steinkohlenformationen (Millstongrit Englands und Nordamerikas), auch an den weißen Keupersandstein Schwabens (sogen. „Stubensandstein") von dem einzelne besonders kieselige Lager ganz vorzügliche Mühlsteine liefern. Auch für Monumentalbauten werden derartige Bänke als

schätzbares Material verwendet (Neubauten am Kölner Dom). Wir unterscheiden weiter den

6. eisenschüssigen Sandstein, der häufig von Eisenoxyd oder Eisenoxydhydrat zusammengehalten und daher rot oder gelb gefärbt ist, und den

7. bituminösen Sandstein, dessen Bindemittel ein bituminöser Thon oder Kalk, auch wohl Asphalt ist.

Gesellen sich dann zu den gewöhnlichen (Quarz-) Sandkörnern noch solche von anderen Mineralien, also z. B. Blättchen, Schüppchen und Teilchen von Glimmer u. dgl. und nehmen dieselben in der Gesamtmasse stark überhand, so redet man bald von

8. Glimmersandstein, der aber durch Hinzutritt von reichlichem Glimmer schiefrig zu werden pflegt, bald von

9. Glaukonit- oder Grünsandstein, dessen Farbe und Aussehen von den grünen Glaukonitkörnchen herrührt, die zum Teil aus Steinenkernen von winzigen Tiergehäusen (Foraminiferen) bestehen und dem Gestein beigemengt sind, bald endlich von sogen.

10. Arkose, wenn zu Glimmer und Quarz sich noch Feldspat gesellt und das Ganze durch ein thoniges oder kieseliges Bindemittel verkittet ist. Man könnte manchmal diese „Arkose" auch als regenerierten Granit bezeichnen; besteht sie doch nicht bloß aus denselben drei Gemengteilen wie dieser, sondern ist auch sehr häufig aus ihm (als Verwitterungsprodukt) hervorgegangen und nur eben infolge der neuen Verkittung zu lagerhaftem Sandstein geworden.

Die Arkose tritt denn auch vorzugsweise als Glied der Steinkohlenformation und des Rotliegenden auf, wogegen der „Grünsand" hauptsächlich der Kreidezeit angehört.

Bausandsteine.

Es liegt in der Natur der Sache, daß seit den ältesten Zeiten gerade die Sandsteine vom Menschen aufgesucht und für Bauzwecke benützt wurden. Und zwar dienten sie immer und dienen noch heute grundwesentlich als Material für Monumentalbauwerke, weil sie lagerhaft brechen und also leicht sich zu Quadern behauen lassen, wogegen umgekehrt für Einzeldenkmäler oder deren Sockel (Bildsäulen, Postamente 2c.) die massigen Gesteine vorgezogen werden (Granit, Syenit, Porphyr u. dgl.).

Gehen wir auch hier die Reihe der Formationen von unten nach oben durch, so wären als die wichtigsten Bausandsteine, die also sämtlich den Sedimentgebirgen entstammen, und wobei wir zugleich hauptsächlich auf Deutschland Rücksicht nehmen, etwa folgende zu nennen:

1. Die paläozoischen Formationen

liefern wohl für England (Oldred) und die Vereinigten Staaten (Potsdamsandstein) viel Baumaterial; in Deutschland ist nicht eben viel damit los, höchstens daß der Grauwacken- und Kohlensandstein hin und wieder brauchbare Bänke bietet, die am Rhein und in dessen Nebenthälern lokal zur Verwendung kommen. Viel wichtiger sind in dieser Hinsicht

2. die mesozoischen Formationen,

und in erster Linie unter diesen

α) die Trias.

Ist doch gleich das unterste Glied derselben, der Buntsandstein, so recht eigentlich der Monumentalbaustein wenigstens für die westliche Hälfte unseres Vaterlandes geworden. Man denke an die Klöster und Burgen, die Dome und Schlösser, die von Basel bis Bonn den ganzen Rhein hinunter und auf beiden Seiten noch weit ins Land hinein alle aus diesem Material errichtet wurden, das noch heute nach mehr als einem halben Jahrtausend so herrlich und frischrot uns anglänzt, als wäre es eben erst aus der Erde geholt worden. Die Klöster und Klosterkirchen des Schwarzwalds (Hirsau, Alpirsbach, Reichenbach a. Murg 2c.), die Burgen und Ruinen in den Vogesen und in der Haardt, im Odenwald und an der Bergstraße (Heidelberg, Darmstadt 2c.), die Dome, die sich im Rhein spiegeln (Basel, Worms, Speier, Mainz, Koblenz), oder in den alten Metropolen auf dessen beiden Seiten sich erheben (Freiburg, Straßburg, Frankfurt a. M.): sie alle geben Zeugnis von der Güte und Schönheit dieses herrlichen Materials.

Während der Muschelkalk als Meeres- und ebendeshalb als vorherrschende Kalkbildung zu Bauzwecken für Süddeutschland kaum in Betracht kommt, sind dagegen

Lettenkohle und Keuper um so wichtiger in dieser Beziehung. Das ganze schwäbische Unterland, sowie insbesondere die fränkische Hochebene hat ihre Monumentalbauten aus diesen Gesteinen errichtet. Der feinkörnige, hellfarbige (gelblich-grüne) Lettenkohlensandstein, der z. B. überall in Schwaben abgebaut wird, hat das Material für alle Kirchen und wichtigeren Gebäude in den genannten Gebieten geliefert. Dies zeigt schon der Name „Werkstein", der ihm hier beigelegt wird; schade nur, daß öfters thonige Knauer („Lebersteine", „Gallen", „Grieben" von den Arbeitern genannt) darin stecken, die hier wie im Keuper ganze Lager unbrauchbar machen können. Immerhin ist das Material, das die letztgenannte Formation liefert, noch weit bedeutender als dasjenige der Lettenkohle, schon darum, weil aus dem Keuper drei Lager benützt werden können: der untere (ältere) Schilf-, der mittlere (jüngere) Stuben- und der obere (jüngste) Rhätsandstein.

Der erste, nach Korn und Farbe dem Lettenkohlensandstein noch sehr nahestehend, wenn auch mit den grüngelben rötliche oder rot und grün gesprenkelte Bänke wechsellagern, ist z. B. recht eigentlich der „Stuttgarter Baustein". Die riesigen Brüche auf den Höhen um die Stadt her haben seit Jahrhunderten das Material geliefert für die Prachtbauten der schwäbischen Residenz. Nicht minder berühmt sind die hieher gehörigen Steinbrüche der Leonberger, Maulbronner und Heilbronner Gegend, deren vorzüglichem Material z. B. die Kilianskirche in jener und das wunderbare Kloster in dieser Stadt ihren Ruhm verdanken. Wegen der überall hier (wie in dem vorhergenannten Lettenkohlensandstein) so häufig vorkommenden Schachtelhalme (von Armsdicke und Mannslänge), die von den Arbeitern kurzweg als „Schilf" bezeichnet werden, hat man dieses Material auch Schilfsandstein genannt. Ganz etwas anderes ist der höhere, grobkörnige

weiße Keupersandstein, dessen härtere Schichten gern zu Mühlsteinen verarbeitet werden, wogegen die weicheren zu Fegsand zerfallen, der dann bei Reinigung der Zimmer auf den Boden gestreut wird („Stubensand"). Gewisse Lager desselben, z. B. solche zwischen Tübingen und Stuttgart, liefern ein so unverwüstliches Material, daß diese Werksteine nicht bloß innerhalb des Landes weithin verführt und zu den hervorragendsten Bauwerken

verwendet werden (Ulmer Münster), sondern selbst weit über die schwäbischen Grenzen hinaus Anerkennung und Verwertung gefunden haben (z. B. beim Dombau in Köln). Die Kirchen in Herrenberg, Tübingen, Reutlingen, Schorndorf, Gmünd 2c. sowie die Rathäuser und neuerdings die Bahnhöfe in den genannten Städten sind aus weißem Keuper errichtet.

Nicht ganz übersehen dürfen wir den noch jüngeren, dem obersten Keuper angehörigen sogen. Rhät- (oder Silber-) Sandstein, der allerdings nicht zu Monumentalbauten, sondern meist nur zur Herstellung von Sockeln, Mauern, Pflastersteinen u. dgl. verwendet, aber wegen seiner großen Härte und seines feinen, kieseligen Korns geschätzt wird. Er liefert übrigens in Schwaben nur an einigen Orten (Tübingen, Nürtingen, Fildergegend) brauchbares Material.

Tief unter der Trias steht, was Bausteine betrifft, natürlich

β) der Jura,

der auch wieder, gleich dem Muschelkalk, fast ausschließlich eine Meeresformation darstellt. Doch bieten wenigstens einige Lager des schwarzen und braunen Jura (Lias und Dogger) durch den ihnen beigemengten Quarzsand, der auch in der sonst fast nur aus Kalk und Thon bestehenden Formation Sandsteinbildung veranlaßte, teilweise recht brauchbare Werksteine dar, die es lokal sogar schon zu bedeutendem Ruf zu bringen und große Industriethätigkeit hervorzurufen vermochten.

Der Liassandstein, dem untersten schwarzen Jura angehörig, wird in zahlreichen Steinbrüchen abgebaut. In den betreffenden Gegenden, wo er vorkommt, heißen die Leute das Material bald „Buchstein" (weil er wie die Blätter eines Buches geschichtet ist) bald auch wieder „Malb-" oder „Malm-" (d. h. „Mehl-")stein (weil die weicheren Lager zu einem gelben Mehl zerfallen).

Zu Monumentalbauten ist er freilich kaum tauglich, schon darum nicht, weil man nur verhältnismäßig kleine Quader heraushauen kann; dagegen wird er überall bei Sockeln, Mauern, Fenstergesimsen, Thürpfosten, Treppen u. s. w. angewendet. Beim Neubau des Hohenzollern, dessen Kaiserschloß daraus errichtet ist, hat er sich auch insofern weniger gut bewährt, als die vielen darin steckenden Schwefelkiesknollen an der Luft sich oxydieren, auswittern und

schmutzig braune Streifen an den Mauerwänden erzeugen, ganz wie dies auch bei einzelnen Bänken des

Eisensandsteins aus dem unteren Braunjura beobachtet wird. Derselbe kommt hauptsächlich im Gebiet der mittleren Schwabenalb und in Franken vor und wurde seit alter Zeit als Werkstein benützt. So sind am Ulmer Münster die Fenster mit ihrem gotischen Maßwerk, soweit sie aus dem Mittelalter stammen, aus diesem Material gefertigt, das freilich bei seiner großen Weichheit zu rasch verwittert. Die Neubauten wurden daher alle aus weißem Keuper, die Türme dagegen aus dem leichten und doch so dauerhaften Kreidetuff (von Meudon bei Paris) hergestellt.

Dagegen sind in der ganzen angegebenen Gegend nicht bloß die modernen Bauten (Schlösser, Bahnhöfe z. B. im Filsgebiet), sondern auch die alten Burgen und Ruinen, die jetzt noch diesen Teil der Alb schmücken (z. B. das einstige Kaiserschloß auf dem Hohenstaufen), aus diesem Sandstein erbaut. Der Geologe, der auf die versteinerten Einschlüsse sein Augenmerk richtet, bezeichnet das Material gern als „Personaten- oder Murchisonaesandstein“*).

Der Weiße Jura, bloß aus Kalk bestehend, bietet nirgends eigentliche Sand- und eben damit auch nur wenig wirklich brauchbare Bau- oder Werksteine (abgesehen von dem massigen „Marmor“, der z. B. beim Festungsbau in Ulm viel verwendet ward, den einzelnen Dolomitstotzen aus denselben Schichten, die bei Brückenbauten, und den „Ooliten“ der Heidenheimer Gegend, die dort überall für Bauzwecke Benützung finden). Um so mehr aber versorgt eine zu Beginn der

γ) Kreideformation

abgelagerte Süßwasserbildung, der sogen. Deister (vom Deistergebirg in Hannover den Namen führend und hauptsächlich in den Brüchen von Oberkirch abgebaut) einen großen Teil von Deutschland mit einem ganz vorzüglichen Sandsteinmaterial, das wegen

*) Pecten personatus Qu. („die maskierte“) und Ammonites Murchisonae Sow., nach der Gattin des berühmten englischen Geologen benannt, sind nämlich die Hauptleitfossilen dieses Gesteins.

seines gleichmäßigen Korns und seiner Dauerhaftigkeit weithin nach Süden (Kilianskirche in Heilbronn für Renovationsarbeiten) und Norden (Reichstagsgebäude in Berlin) verführt wird. Ebenso tritt in der „mittleren Kreide", dem sogenannten Quadersandstein des Elbgebiets (sächsische Schweiz) und Teutoburger Waldes, ein für Monumentalbauten teilweise vortreffliches Material zu Tag, für dessen Güte eben die Denkmäler Sachsens aus alter und neuer Zeit Zeugnis ablegen. Endlich wäre, was die

3. känozoischen Formationen

betrifft, nur noch aus dem

Tertiär,

und zwar dem mittleren Miocän Süddeutschlands und der Schweiz, der sogenannten Molasse (vom lat. „mollis", „weich"), der Molassesandstein zu erwähnen, der früher das an Bausteinen so arme Oberschwaben vielfach mit solchen versorgte. Freilich ist das württembergische Material weniger tauglich, da es als Erzeugnis einer echten Strandbildung ein viel zu grobes Korn besitzt.

Weit besser für Bauzwecke eignet sich dagegen der demselben geologischen Horizont entstammende, aber wahrscheinlich in tieferer See abgelagerte „Rorschacher Sandstein", der indes keineswegs bloß am Südufer des Bodensees (Rorschach und Staad), sondern von hier aus durch die ganze Vorschweiz bis Zürich und Aarau sich hinzieht. Die Monumentalbauten in St. Gallen z. B., in Zürich und an andern Orten verdanken einzig und allein ihm ihr Dasein. In der Schweiz heißt dieser feinkörnige, grünliche Sandstein auch Flysch, ein Name, der jetzt Gemeingut der Wissenschaft geworden ist, soweit man die Formation in Betracht zieht, welcher er angehört (Flyschformation = Eocän).

Die jüngeren Formationen (Diluvium und Alluvium) enthalten keine Sandsteine mehr, wohl weil man es darin meist nur mit Landbildungen zu thun hat und die Zeit noch zu kurz ist, um losen Sand zu Sandstein zu verkitten. Denn aller Sandstein ist das Erzeugnis sei's von Strand- und Uferbildungen, sei's von Flußniederschlägen, namentlich bei deren Einmündung in die See.

Anhangsweise sei hier nur noch darauf aufmerksam gemacht,

daß diese jüngsten Formationen (Alluvium und Diluvium) uns im Kalktuff einen Baustein geschaffen haben, der lokal fast dieselbe Bedeutung bekommt wie der beste Werkstein aus den älteren Formationen. Man denke an den Travertin (von Tivoli), der das Material zu den Monumentalbauten Roms und der Campagna lieferte und noch liefert, oder auch an den Tuff- oder „Tauch"stein Schwabens, aus dem schon in alter Zeit manch ehrwürdiges Gebäude errichtet ward (Stadtkirche in Geislingen 2c.).

Indes wir haben es ja in diesem Abschnitt nur mit den Sandsteinen, nicht aber mit sonstigem natürlichem oder gar künstlichem (Zement, Backstein u. dgl.) Baumaterial zu thun.

Als einen sehr alten Sandstein, welcher durch Druck schieferig geworden ist und dessen einzelne Quarzkörner gelenkig ineinandergreifen, fügen wir hier noch den

Itakolumit

an, welcher in Brasilien durch die Führung von Diamanten ausgezeichnet ist. Besonders merkwürdig ist dieses Gestein noch dadurch, daß es in dünnen Platten sich biegen läßt. Dem Alter nach den kristallinen Schiefern zugehörig, vermittelt der Itakolumit zwischen den Sandsteinen und den Quarzitschiefern. Wie die Phyllite und gewisse Glimmerschiefer und Gneise aus Thongesteinen hervorgegangen, so sind manche Quarzite und Quarzitschiefer aus Sandsteinen entstanden.

Doch gehen wir weiter zu den

b) Konglomeraten,

mit welchem Namen (lat. „das Zusammengeballte") man ein Gestein zu bezeichnen pflegt, das aus lauter gerollten, also abgerundeten Stücken (Geröllen oder Geschieben) zusammengesetzt und durch ein Bindemittel wieder zu einer festen Masse verkittet wird. Die Mannigfaltigkeit der Konglomerate ist natürlich sehr groß, und es finden sich solche in fast allen Formationen. Will man bestimmte Gruppen zusammenstellen, so kann man

1. auf die petrographische Verschiedenheit der zum Konglomerat gehörigen Rollstücke Rücksicht nehmen, wornach man

Quarzitkonglomerat, Kalksteinkonglomerat, Granitkonglomerat, Gneiskonglomerat 2c. unterscheidet. Oder man zieht

2. die Verschiedenheit des die Konglomerate verkittenden Zements in Betracht, welches kieselig, thonig, kalkig, eisenschüssig, sandig 2c. sein kann; desgleichen kann man

3. die verschiedene Größe der Rollstücke ins Auge fassen und redet dann von gröberem und feinerem Konglomerat; oder endlich unterscheidet man das Gestein

4. sei's nach der größeren oder geringeren Menge des Bindemittels, sei's nach der Festigkeit, mit welcher die Rollstücke und der Zement zu einer Masse vereinigt sind.

Aus den zahllosen Variationen solcher Konglomerate mögen als die wichtigsten etwa folgende hervorgehoben werden:

a) Quarzitkonglomerate.

Dahin gehören unter andern

α) die sogen. Grauwackenkonglomerate,

zusammengesetzt aus gerundeten Bruchstücken von Quarz, Thonschiefer, Kieselschiefer 2c. und sehr fest zementiert durch ein zähes, kieseliges oder kieseligthoniges Bindemittel von dunkler, wahrscheinlich von Kohle herrührender Farbe. Dieses Gestein spielt in den paläozoischen Formationen (Silur, Devon und Kohlengebirge) eine große Rolle und kommt in Böhmen, Thüringen, Westfalen, am Rhein, im Harz und im Voigtland vor.

β) Das Konglomerat im sogen. Rotliegenden

bildet eine Masse von walnuß- bis kopfgroßen Geröllen aus Quarz, Hornstein, Granit, Gneis 2c., und ist fest verkittet durch ein stark eisenschüssiges, sandiges Bindemittel, das dem Ganzen eine rotbraune Färbung giebt. Diese Gesteine setzen in Deutschland die Hauptmasse der Dyas- oder Permformation zusammen. Weiter stellt

γ) der sogen. Verrucano (Taf. III, Fig. 1)

ein solches Kieselkonglomerat mit kalkigem Bindemittel dar. Der Name des Gesteins stammt von der Schanze Verruca (zwischen Pisa und Lucca) her, von wo es zuerst näher beschrieben wurde. Später hat man es hauptsächlich in den Alpen wieder gefunden

und bezeichnet jetzt mit diesem Namen alle alpinen Konglomerate, die den ältesten dort vorkommenden Sedimentschichten und wahrscheinlich ebenfalls der Permformation angehören, vielleicht aber noch in die untere Trias hineinreichen.

Während der Eiszeit wurde eine Menge dieser Gesteine auf dem Rücken der Gletscher auch ins Vorland der Alpen herausgetragen, und so begegnet man den Verrucanogeröllen überall in dem Moränenschotter gar häufig. Das Gestein ist sofort an der roten Farbe seiner Grundmasse zu erkennen, in welcher schneeweiße Quarzgerölle (wie Speck in einer Schinkenwurst) eingebacken liegen. Hieher gehört endlich auch

δ) das Quarzkonglomerat im Buntsandstein,

der in manchen seiner Bänke eine Masse gerollter, gelblicher oder weißer Quarzbrocken eingeschlossen führt, so daß man oft glaubt, eine förmliche „Nagelfluhe" vor sich zu haben (Schwarzwald, Vogesen, Odenwald).

Eine zweite Art von Konglomeraten bilden

b) die **Kalkstein- und Dolomitkonglomerate,**

wie sie in vielen Formationen sich finden. Beispielsweise erinnern wir an ein Kalksteinkonglomerat im

α) Braunjura Schwabens,

das sich fast regelmäßig in den sogen. Sowerbyischichten (Grenze des Braunen Jura β und γ) einstellt und zweifellos von Strandbildung herrührt. Eine Menge gerollter Kalkstücke liegen hier in einer thonig sandigen Masse eingebettet. Auch die sogen.

β) „jurasische Nagelfluhe"

wäre hier zu erwähnen, die wahrscheinlich der Tertiärzeit angehört und als Strandbildung eines einstigen Miocänmeers zu betrachten ist. Die Höhengebiete des oberen Weißjura auf der Ulmer Alb sind zum Teil metertief mit solchen Rollsteinen aus Kalk überschüttet. Das ist aber freilich noch nichts gegenüber der eigentlich so genannten

γ) Nagelfluhe,

deren Massen zu ganzen Bergzügen anschwellen können. Auch ihre Bildung ist in die Tertiärzeit zu verlegen und zwar der Hauptsache

nach ins Miocän; einzelne Massen mögen diluvial sein, andere sogar ins Eocän zurückreichen.

Eine ganze Anzahl der den Alpen in der Schweiz und im Allgäu vorgelagerten Berge (Rigi, Pfänder 2c.) ist aus dieser „Nagelfluhe“ *) zusammengesetzt, deren Gerölle von Walnuß- bis Kopfgröße meist aus Kalkstein bestehen und durch ein Bindemittel von weißlichem, gelblichem oder rötlichem Mergel aufs festeste untereinander verkittet wurden.

Der Vorgang dieses Zusammenbackens kann sich aber auch mehrmals wiederholt haben, und so redet man folgerichtig neben der eocänen auch von miocäner und diluvialer Nagelfluhe. Ja, in dem Gletscherschotter des Alpengebiets bildet sich „Nagelfluhe“ wohl noch fortwährend vor unsern Augen, wenn z. B. kalkhaltige Sinterwasser über Geröllhalden herabrieseln und die ursprünglich lose neben einander lagernden Geschiebe wieder zu einer Masse verbacken. Immerhin gehören die diluvialen Nagelfluhen, die wir in Menge im Alpengebiet besitzen, der älteren Eiszeit an, wogegen das Erzeugnis der späteren Gletscher nur noch lose Geröllmassen bildet. Auch die sogen. „löcherige Nagelfluhe“ der Schweizer stammt aus früherer Zeit als der gewöhnliche Moränenschutt.

Dagegen gehört wiederum der Eocänformation das bekannteste und bezeichnendste unter den

δ) Flintkonglomeraten

an, der sogen. Puddingstone (Taf. X, Fig. 2) der Engländer. Er setzt sich aus einer Masse nuß- bis faustgroßer Gerölle von gelben, braunen und schwarzen Feuersteinen („Flint“) zusammen, die außerordentlich fest verkittet in einem kieseligen Zement verbacken liegen und geschliffen ein prächtiges Aussehen gewähren. Daß hier der englische Geologe die Nationalspeise seines Landes (Pudding) sogar in die Steinwelt übertragen hat, ist geradezu rührend.

Daß alle Konglomerate ihren Ursprung dem Wasser und zwar dem strömenden Wasser verdanken, liegt in der Natur der Sache.

*) Der Name ist schweizerisch und soll an „Nägel“ erinnern, deren Köpfe in eine Wand eingeschlagen wurden. So sehen in der That diese Gerölle aus, deren Massen meist senkrechte Felswände (in der Schweiz „Fluhen“ genannt) bilden; man denke an die Nagelfluhewände in Salzburg (Mönchsberg).

Flüsse, Ströme und Gletscherbäche haben zuerst die Stücke von den Bergen herabgeführt und gerundet, später wurden dieselben durch chemische Prozesse (also wieder mittelst Wasser) zusammengebacken.

Noch machen wir darauf aufmerksam, daß öfters in den Nagelfluhegeröllen sogenannte Eindrücke beobachtet werden, rundliche Vertiefungen auf der Außenwand der Kalkgeschiebe, deren Erklärung immer noch etwas schwierig ist. Entweder blieb einsickerndes Wasser an der Stelle, wo jetzt die Löcher sind, länger haften und hatte daher Zeit, hier Lösungen zu erzeugen, während die trocken gebliebene Masse der Einwirkung der Atmosphärilien längeren Widerstand leistete; oder aber hat man es einfach mit Druckerscheinungen zu thun.

Von den Konglomeraten sind wesentlich zu unterscheiden endlich die sogenannten

c) Breccien (Taf. VII, Fig. 2).

Auch sie bestehen zwar aus einzelnen losen Gesteinsstücken, die später durch irgend welches Bindemittel wieder verkittet wurden, aber die Stücke müssen eckig und scharfkantig sein, ein Beweis, daß eine Breccie immer an der Stelle, wo wir sie heute finden, oder jedenfalls gar nicht weit davon entfernt entstanden ist. In keinem Fall können und dürfen die Gesteinsbrocken, aus denen sie zusammengesetzt ist, einen längeren Wassertransport durchgemacht haben, sonst wären ja natürlich ihre Kanten und Ecken abgeschliffen worden und wir hätten — ein Konglomerat bekommen. Daß freilich in der Natur oft auch Übergänge zwischen Konglomeraten und Breccien sich finden, ist begreiflich. Es dürfen die betreffenden Gesteinsstücke nur eine Weile transportiert worden sein, bevor sie wieder verkittet wurden, so haben die Ecken und Kanten ihre Schärfe verloren.

Ihrer Entstehung nach unterscheidet man neuerdings gewöhnlich drei Arten: Schuttbreccien, Reibungsbreccien und Eruptivbreccien.

1. Die Schuttbreccien

bestehen aus eckigen Gesteinstrümmern, die durch chemische und mechanische Absätze von (z. B. kalkhaltigem) Wasser wieder zu einer

neuen Gesteinsmasse verkittet wurden. Je näher dies bei dem Platze vor sich ging, wo diese Brocken ursprünglich lagen (etwa von einer Kalksteinwand herabgebröckelter Schutt, über den Wasser träufelte), desto deutlicher wird das neue Gestein den Charakter einer Breccie an sich tragen. Je weiter es von seiner Ursprungslagerstätte entfernt und von Wassern zusammengeschwemmt wurde, desto mehr wird sich sein Erzeugnis dem Konglomerat nähern.

Unter den vielen Modifikationen von solchen Breccien, die man wie die Konglomerate entweder nach dem Inhalt der Gesteinsbrocken (Quarzitbreccien, Kalksteinbreccien, Grünsteinbreccien ꝛc.) oder nach der Beschaffenheit des Bindemittels (mit thonigem, kieseligem, kalkigem, eisenschüssigem ꝛc. Zement verkittet) gruppieren kann, heben wir beispielsweise die Knochenbreccien heraus, d. h. Kalksteinbrocken, sowie Fragmente von Muscheln oder sonstigen Tierresten (Knochen und Zähne von Fischen, Säugern, Reptilien ꝛc.), die durch ein eisenschüssiges, thoniges oder sandkalkiges Bindemittel verkittet sind. Sie kommen entweder als sogen. Bonebeds („Beinbette") in förmlichen Lagern und Schichten vor und sind dann Erzeugnisse von Strandbildungen, wie im Muschelkalk, auf der Grenze zwischen Keuper und Lias ꝛc.; oder aber als Ablagerungen in (Kalk-) Höhlen, auf deren Grund sich die betreffenden Tierreste sammelten und durch das herabtropfende Wasser in eine feste Masse verbacken wurden. So liegen z. B. die Knochen vom Mammut, Höhlenbär, Pferd ꝛc. in der Gutenberger, dann wieder in den Muggendorfer Höhlen, der Adelsberger Grotte ꝛc., desgleichen die Rhinocerosreste in den Kalkspalten von Sizilien in eine derartige Breccie eingebettet.

Auf eine andere Art der Entstehung weisen dagegen

2. die Eruptivbreccien

hin, und sie werden wohl überhaupt den Geologen den Anlaß gegeben haben, diese Gesteinsbildung mit dem Namen Breccie zu belegen. „Breccia" heißt nämlich (ital.) ein gewaltsamer Riß in der Mauer (franz. Brèche).

Man dachte dabei an jene unterirdischen Gewalten, die den Erdboden sprengen und beim Herauswälzen feuriger Massen allerlei abgerissene Brocken des eigenen oder des durchbrochenen Gesteins

mit heraufbringen. Diese Stücke, noch eckig und scharfkantig, werden vom Lavabrei umhüllt und liegen in der später erstarrten Masse wie Fremdlinge.

Man denke an die berühmte Breccie von Puzzuoli, die geschliffen ein prächtiges Aussehen hat, die aber in fast ganz derselben Weise hie und da auch in unsern schwäbischen Basalttuffen vorkommt. Das Gebilde erinnert auffallend an den oben aufgeführten Puddingstein, besteht aber statt aus Kiesel- vielmehr aus Kalkbrocken und verdankt sein Dasein, wie gesagt dem Feuer, nicht dem Wasser (vgl. übrigens immerhin auch unser, jedenfalls auf wässrigem Weg entstandenes Stück Fig. 2 auf Taf. VII).

Noch aber können vulkanische Breccien auch auf anderem Wege entstehen, wir meinen dadurch, daß von dem Stoß, den bei einer Eruption die umliegenden Gesteine erleiden, diese letzteren in tausend Stücke zertrümmert, bald nachher aber wieder durch ein Bindemittel verkittet worden. So sind z. B. die merkwürdigen „Griese" oder „Griesfelsen" im Ries und bei Steinheim (O.-A. Heidenheim) entstanden, welche bei genauer Beachtung als echte Albfelsen erscheinen mit den noch darin steckenden Weißjurapetrefakten; nur ist das Ganze in lauter kleine eckige Stückchen zerrissen und wieder zusammengekittet. Auf solch einem „Griesfelsen" steht z. B. das Schloß Taxis bei Dischingen (O.A. Neresheim).

Wieder eine andere Entstehungsweise haben endlich die sogen.

3. Reibungsbreccien,

welche auf Verwerfungsspalten sich gebildet haben, und deren eckige Bruchstücke nicht sowohl durch ein Bindemittel von Zement als vielmehr durch Kristalle von Mineralien und Erzen verkittet sind, die sich hier, im Wasser gelöst und von diesem herbeigeführt, niedergeschlagen haben. Dahin gehört z. B. der sogen.

Quarzbrockenfels,

bei welchem Quarzitbruchstücke durch Quarz oder Eisenkiesel fest mit einander verbunden sind; die Spalten zwischen den einzelnen Brocken wurden mit Amethyst- oder Eisenglanzkristallen ausgefüllt (Schwarzenberg im Erzgebirge). Auch die sogen.

Tapanhoancanga

ist hier zu nennen, ein Gestein, das in der Provinz Minas Geraes in Brasilien eine weitausgedehnte oberflächliche Decke des Bodens bildet.

Es ist aus zoll- bis fußgroßen eckigen Bruchstücken von Eisenglanz, Magneteisenerz und Brauneisenstein zusammengesetzt, die selbst wieder durch Kristallbildungen von Roteisenstein 2c. verkittet wurden.

Die sämtlichen Breccien nehmen übrigens nur einen geringen Anteil an der Zusammensetzung der Erdkruste, wenn sie auch lokal oft ziemlich wichtig werden können. Viel bedeutender in dieser Hinsicht zeigt sich die letzte Gruppe der Trümmergesteine, die wir jetzt noch zu betrachten haben, die Gruppe der sogenannten

Kapitel IV:

Thongesteine,

die in technisch-industrieller Hinsicht eine ungeheure Bedeutung für die Menschheit erhalten haben und glücklicherweise auch überall und in fast sämtlichen Formationen vorkommen.

Es sind die letzten Rückstände unserer Feldspatgesteine, die sowohl durch chemische Zersetzung als durch mechanische Auflösung und Fortführung meist als Schlamm- und Thonniederschläge auf dem Grund des Wassers sich gebildet haben. Das Material besteht aus feinen Staubkörnchen, Schüppchen 2c. von kaolinartigen Zersetzungsprodukten, denen aber in der Regel noch Kalkteilchen, Eisenoxyd, Sandkörnchen u. dgl. beigemengt sind.

Ihren letzten Ursprung haben daher die Thone und Thongesteine in den alten und neuen Silikatgebilden (Granit, Gneis, Porphyr, Glimmer- und Hornblendeschiefer, Klingstein, Basalt, Trachyt und Laven), deren Verwitterungsprodukt sie darstellen; ist doch der echte Thon stets ein wasserhaltiges Thonerdesilikat.

Der eigentliche Thon klebt in trockenem Zustand etwas an der Zunge und bekommt beim Anhauchen einen eigentümlichen (eben den sogenannten „Thon-")Geruch. Mit Wasser gemengt erzeugt er einen bildsamen Teig, der in alle möglichen Formen gebracht werden

kann (plastisch). Im Feuer gebrannt und erhärtet verliert er mit dem Wasser seine Bildsamkeit, die ihm ursprünglich anhaftenden dunklen Farbstoffe (von Kohle oder Bitumen herrührend) werden verzehrt, wogegen das ihm ebenfalls fast überall beigemengte Eisenoxyd ihm eine rötliche Farbe verleiht (Ziegel rc. „brennen sich rot").

Nach ihrem Vorkommen kann man zweierlei Thone unterscheiden: solche, die noch auf ursprünglicher Lagerstatt sich befinden, also einfache Zersetzungsprodukte des einstigen Silikatgesteins sind, und solche, die vom Wasser fortgeführt und anderswo wieder abgesetzt wurden. Die ersteren sind selbstverständlich die feinsten und besten, weil noch von keinem fremden Stoffe verunreinigt; dahin gehört z. B. die Porzellanerde, das Steinmark, die Grünerde. Die letzteren haben eben infolge des Wassertransports allerlei anderweitige Beimengungen (von Sand, Kalk, Bittererde, Eisen rc.) erhalten und werden dann je nach der Menge und dem Inhalt dieser fremden Zusätze in die verschiedensten Gruppen eingeteilt und mit den verschiedensten Namen belegt (Lehm, Löß, Mergel rc.). Was die

Entstehungsweise der Thone

betrifft, so hat man hier, wie eben angedeutet wurde, zu unterscheiden:

1. Thone, die durch Zersetzung des anstehenden Gesteins sich gebildet haben, also an dem Platze sich finden, wo jene Muttergesteine zur Verwitterung kamen. Der Thon ist dabei stets das Zersetzungsprodukt des Feldspats aus dem betreffenden Gestein. Kaolin z. B. entsteht aus dem verwitterten Feldspat des Granits und Syenits oder der Porphyre;

Basaltthon ist dasjenige, was nach Zersetzung des Basalts als Rückstand übrig bleibt;

Walkererde (magnesiahaltig) bekommen wir, wenn Diabase und Gabbrogesteine verwittern;

Laterit (eisenreicher grusiger Lehm) endlich, den wir oben schon (S. 286) des näheren beschrieben haben, bildet sich in den Tropengegenden aus Granit, Gneis u. dgl., wenn dieselben der Verwitterung anheimfallen.

Diesen durch Zersetzung feldspathaltiger Gesteine entstandenen und an Ort und Stelle gebliebenen Thonen stehen gegenüber

2. Thone, die durch Wasser-, Eis- oder Lufttransport

oder auch durch die beiden ersteren Faktoren gemeinsam ins Dasein traten, wobei in der Regel die schon vorhandenen Thone unserer ersten Reihe benützt, aber auf ihrem Übersiedlungsweg mit allerlei fremden Stoffen gemengt, beziehungsweise verunreinigt wurden.

Dem Wassertransport verdanken ihr Dasein z. B. die gemeinen Thone, Mergel und Lehme (d. h. sandige Thone oder Letten, wie der „Zanclodonletten" im oberen Keuper Schwabens). Dahin gehört unter andern auch der Salzthon, der bituminöse Thon, der Alaunthon, der Septarienthon, der Höhlenlehm u. dgl.

Durch Eistransport (natürlich in Verbindung mit Wassertransport) hat sich der sogen. Blocklehm gebildet, der seinen Namen von den großen (erratischen) Blöcken oder Findlingen hat, die darin eingebettet liegen. Begreiflicherweise trifft man denselben in allen (einstigen und noch bestehenden) Gletschergebieten und Moränenlandschaften, so z. B. auf der oberbayrisch-schwäbischen Hochebene, in der Schweiz rc.

Durch Lufttransport (äolische oder Windbildung) ist großenteils der Löß entstanden, ein kalkhaltiger Lehm, aus dem dann infolge von Entkalkung wieder richtiger Lehm (sogen. Lößlehm) hervorgehen kann.

Als letztes hieher gehöriges Thongebilde sind endlich noch die sogen. Tiefseethone zu erwähnen. Dieselben setzen sich zum Teil aus den Rückständen der in der Tiefsee gelösten Kalkschalen abgestorbener Tiere (Foraminiferen, Globigerinen rc.), zum Teil aus vulkanischen Aschenbestandteilen, beziehungsweise deren Zersetzungsprodukten zusammen.

Infolge von Druck können sich dann die sämtlichen sedimentären Thongesteine in Schieferthon, Thonschiefer, Phyllit, schließlich geradezu in Glimmerschiefer und Gneis umwandeln.

Was endlich die äußere Beschaffenheit der Thongesteine betrifft, so unterscheidet man am einfachsten fette und magere Sorten.

Fühlt sich ein (feuchter) Thon bei Berührung mit der Hand schlüpfrig an, so redet man von fettem Thon, der dann, je reiner, auch um so plastischer ist. Je mehr ihm aber fremde Stoffe (Sand, Kalk rc.) beigemengt sind, desto mehr verliert er seine Bildsamkeit

und wird „mager“ (Mergel). Manche Thone werden erst in der Erde allmählich „fett“, indem zirkulierende Wasser ihnen die fremden Verunreinigungen entziehen, oder umgekehrt können fette Thone in magere übergehen, wenn ihnen Sand und sonstige verunreinigende Bestandteile zugeführt werden.

Wir unterscheiden nun, hauptsächlich auf die größere oder geringere Verunreinigung Rücksicht nehmend, unter den

a) eigentlichen Thonen

reinere und unreinere. Zu den ersten, den

α) reinsten und feinsten Thonen

gehört vor allem

1. das Kaolin (Porzellanerde, Porzellanthon),

mit welchem Namen die Chinesen, die ersten Erfinder des Porzellans, diejenige Thonmasse bezeichneten, aus welcher sie das hochgeschätzte Geschirr darstellten. Das Kaolin ist in seiner reinsten Form zweifach kieselsaure Thonerde mit Wasser verbunden ($Al^2O^3 2SiO^2 + 2H^2O$), das Zersetzungsprodukt des Feldspats ohne weitere Beimengung. Kohlensäurehaltiges Wasser hat demselben bei seiner Verwitterung sein Kali und einen Teil des Kiesels entführt, und ein mehr oder weniger reiner weißer Thon ist zurückgeblieben. Daher sind auch die davon hergestellten Gefäße nicht porös und vollständig feuerbeständig; denn der reine Thon wird auch in der stärksten Glut nicht zum Schmelzen gebracht.

Das Kaolin kommt — in kleinen Mengen — nicht bloß in Spalten der Silikatgesteine, sondern auch nesterweise in Sedimentgebirgen, die aus jenen entstanden sind, vor (z. B. im Kohlensandstein, im weißen Keuper 2c.). Besonders geschätzt ist das sächsische, von der Aue bei Schneeberg (im Erzgebirg), das in Meißen verarbeitet wird.

Ein alter Goldmacher, der Apotheker Böttcher, der wegen Schulden auf der Festung Königsstein gefangen saß, kam dort 1706 auf den glücklichen Gedanken, aus jenem „weißen Mehl“ dieselbe Masse herzustellen, wie dies die Chinesen schon längst verstanden hatten. So wurde er für Europa der berühmte Entdecker der

Porzellanfabrikation, wie denn auch schon vier Jahre darauf (1710) die erste derartige Fabrik in Meißen eingerichtet ward.

Später fand man ähnlichen Thon auch in der Gegend von Passau, der hauptsächlich in Wien verarbeitet wird. Auch die Franzosen legten große Porzellanfabriken an (Sèvres). Der Stoff, der darin verarbeitet wird, stammt aus Limoges (Zentralfrankreich), und ist ein Zersetzungsprodukt des dortigen Gneisgebirgs. Etwas ähnliches wie Kaolin ist das sogenannte

2. Steinmark,

„marga in saxa inclusa“ (d. h. „in Felsen eingeschlossener Mergel“), wie es der alte Agricola heißt. Es ist ein möglichst feiner und reiner Feldspatthon, der aber keine Schichten bildet, sondern nesterweise in Höhlen von Silikatgebirgen („wie Mark in den Knochen steckend“) vorkommt.

Man unterscheidet je nach Form, Farbe und Fundort weißes Steinmark (aus den Zinnsteingängen vom Sauberg bei Ehrenfriedersdorf), dann wieder fleischrotes (von Rochlitz an der Mulde, aus zersetztem Porphyr erzeugt), lavendelblaues (von Planitz bei Zwickau aus der Steinkohlenformation), sowie den sogenannten Collyrit von Schemnitz in Ungarn, der in den dortigen Dioriten Nester schneeweißen Thons bildet.

Mit den unreinen, d. h. durch alle möglichen fremden Stoffe und Bestandteile vermengten Thonsorten kommen wir zu der großen Gruppe der sogenannten

β) plastischen Thone,

die im Grund genommen, d. h. chemisch betrachtet kaum wesentlich vom Kaolin abweichen, und sich lediglich dadurch von diesem unterscheiden, daß auf mechanischem Weg allerlei fremde Stoffe dem ursprünglich reinen Thon beigemengt worden sind.

Man unterscheidet in dieser Hinsicht als am häufigsten in der Natur vorkommende Modifikationen den eisenschüssigen und glimmerreichen, oder auch den bituminösen Thon, welch letzterer dann wieder bald mit feinen Teilchen von Eisenkies und kohligen Substanzen (Alaunthon) bald mit Salz (Salzthon) durchtränkt sein kann. Der Grund, weshalb man jenem ersten

Gebilde den Namen „Alaunthon" gab, liegt darin, daß durch Röstung dieser Masse Alaunerde gewonnen wurde. Der Pyrit (Schwefelkies) geht bei diesem Prozeß in Eisenvitriol über, dabei wird Schwefelsäure frei, und diese verbindet sich mit einem Teil der Thonerde. Sehr kalkreichen Thon, der dann eben infolge seines Kalkgehalts „mager" wird, heißt man Mergel.

Ballen sich solche Mergel zu Knollen zusammen, so spricht man von Knollenmergeln. Bekommen Thone und Mergel beim Trocknen Risse, und werden diese Risse nachher wieder von Kalkspatadern verpappt und durchzogen, so redet man von Septarienthon; denn Septarien („septa" lat. „Scheidewände" oder „Gitter") heißt man eben jene Knollen, die ein derartig gegittertes Aussehen durch das Adernetz von Kalkspat erhalten haben. Von Zementthon d. h. dem im Wasser festwerdenden Mörtel redet man, wenn Thon und Kalk in bestimmten Mischungsverhältnissen das Material bilden, das dann, gebrannt und gepulvert, entweder als Portland- oder Romanzement Verwendung findet.

In allen Kalksteinformationen, für Württemberg namentlich im Jura (Lias γ von Kirchheim u. T., Weißjura α von Geislingen und Weißjura ζ in der Blaubeurer und Heidenheimer Gegend), sowie im Muschelkalk (Lauffen a./N.) finden sich solche Zementmergel, und von Jahr zu Jahr nimmt ihre Ausbeutung und die ganze Zementindustrie einen größeren Aufschwung.

Bezüglich ihrer praktisch-technischen Benützung wollen wir als die wichtigsten etwa folgende Varietäten dieser unreineren Thone herausheben: die verhältnismäßig reinste Art ist

1. der Töpferthon,

eine außerordentlich plastische Masse, der feinste gewöhnlich von graulicher oder weißlicher Farbe. Unter den Zähnen knirscht er meist etwas von beigemengtem Sande. Er kommt fast in allen Formationen vor und liefert das Material zu gröberer und feinerer Töpferware, die beim Brennen ihre Glasur durch Zusatz von Salz, ihre Farbe durch Beigabe von Blei, Chrom oder Kobalt erhält. Wenn dem betreffenden Thon schon von Haus aus gewisse Salze beigemengt sind, so schmilzt im Brennofen die Masse an der Oberfläche von selbst zu einer „natürlichen Glasur" zusammen.

Alle Thonwaren lassen sich in zwei große Gruppen einteilen, einmal in solche, die auch ohne Glasur kein Wasser durchlassen, auf der Bruchfläche an der Zunge nicht kleben, auch nicht porös und so hart sind, daß sie am Stahl Funken geben, und dann wieder in solche, denen all die genannten Eigenschaften abgehen, die insbesondere ohne Glasur stets sich porös zeigen und beim Bruch an der Zunge haften bleiben. Zu den ersten Sorten gehört nächst dem Porzellan noch das sogenannte (feine und gemeine) Steinzeug (jenes unter dem Namen Wedgewood bekannt, dieses das Material für Selterskrüge, Einmachhäfen, Essigfäßchen ꝛc. liefernd); die letzteren dagegen umfassen alle übrigen Thonwaren vom feinen und gemeinen Steingut (feine und gemeine Fayence)*) an bis herab zum ganz gewöhnlichen Hafnerthon oder Zieglerlehm.

Zur feinen Fayence (Majolika)*) gehören z. B. die Geschirre, die in der „Porzellan"fabrik von Schramberg gemacht werden, zur „gemeinen" dagegen unter anderem die Ofenkacheln, die sogenannten Mettlacher Plättchen u. dgl. Beide Sorten von Steingut sind aber ohne Glasur porös und unterscheiden sich eben dadurch wesentlich von dem nicht porösen (feinen und gemeinen) sogenannten Steinzeug.

An das gemeine Steingut schließt sich, durch allerhand Übergänge vermittelt, die gewöhnliche Töpferware an, die hergestellt wird aus der gemeinen

2. Hafnererde und dem Zieglerlehm,

die überall in Menge sich finden und seit den ältesten Zeiten in der Menschheit teils zum Bau von Häusern, teils zur Verfertigung von allerhand Geschirr eine große Rolle gespielt haben.

Schon die Alten, insbesondere Griechen und Römer, brachten es in der Verarbeitung zumal der feineren und zuvor durch wiederholtes Schlemmen noch mehr gereinigten Thonsorten dieser Art zu

*) Der Name „Fayence" kommt von der Stadt Faenza in Mittelitalien her, wo erstmals eine große Industrie mit diesen Thonwaren getrieben wurde, wie auf der Insel Mallorca (daher der Name „Majolika").

vollendeter Meisterschaft. Indes die Scherben all dieser Thonwaren sind porös und kleben an der Zunge.

Römer und Etrusker führten die größten Werke in dieser

Terracotta

(ital. „gekochte d. h. gebrannte Erde") aus. Auf dem Kapitol stand eine Jupiterbildsäule samt Viergespann aus diesem Material; Kaiser Vitellius ließ eine Riesenschüssel machen, die 1 Million Sesterzien (ca. 60000 Mark) kostete. Die „etrurischen Vasen", von denen uns viele bis heute (aus Gräbern ꝛc.) erhalten geblieben sind, zeigen mitunter geradezu wundervolle Malereien und waren schon im Altertum so beliebt und geschätzt, daß sie zur Zeit des Augustus den silbernen und goldenen Gefäßen den Rang streitig machten.

Terra sigillata.

Diese feinere Töpferware, wovon wir auch in Deutschland fast an allen römischen Lager- und einstigen Wohnplätzen noch eine Masse von Scherben finden, wurden damals gern aus rotem Thon (der sogenannten „terra sigillata")*) gemacht, woran man noch jetzt sofort den römischen Ursprung erkennt.

Für Trauerzwecke (Thränen- und Aschenkrüge) oder auch für die Bedürfnisse des gewöhnlichen Lebens (Krüge, Vasen, Amphoren ꝛc. zur Aufbewahrung von Öl, Wein, Getreide u. dgl.) pflegte man gröbere Thonsorten von dunkler Färbung zu nehmen. So war z. B. das vielgenannte Faß des Diogenes ein derartiger Riesentopf.

Zur Zeit der Renaissance, aus welcher auch das Wort „Terrakotta" stammt, wurde diese Töpferei namentlich in Mittelitalien wieder zu hoher Blüte und Vollendung gebracht.

Heutzutag sieht man bei der eigentlichen Töpferindustrie hauptsächlich auf Menge und Billigkeit, und es hat sich dieselbe hauptsächlich an gewisse Dörfer und Städte geknüpft, deren „Geschirr" für die betreffende Gegend seit alters einen gewissen Ruf erlangt hatte, und wo auch die „Häfnerei" durch Generationen hindurch gepflegt wird. So ist z. B. für Württemberg Neuenhaus auf den

---

*) Der Name „terra sigillata" („Siegelerde") stammt daher, daß man schon im Altertum die in den Handel gebrachten Stücke zum Zeichen der Echtheit mit einem „Siegel" stempelte.

Fildern (im Volksmund „Häfnerneuhausen“) ein solcher Mittelpunkt geworden; wohnen doch in dem Ort noch heute etwa 50 „Hafnermeister“. Auch der Ruf des Heidenheimer Geschirrs ist seit Jahrhunderten in Schwaben ein guter, obwohl das Material für gleich preiswürdige Ware noch an hundert andern Orten vorhanden wäre.

Noch viel häufiger findet sich der gemeine Zieglerlehm, dessen Abbau und Verarbeitung denn auch bei allen Völkern seit Urzeiten betrieben wurde. Insbesondere in Gegenden, denen bessere Bau- und Werksteine fehlten und fehlen, war man von jeher auf derartiges Material zur Herstellung von Mauern, Wohnungen ꝛc. angewiesen. In dem fast regenlosen Ägypten nimmt man sich noch heute gar nicht die Mühe, den Lehm erst zu brennen. Die Fellachen errichten ganze Dörfer aus solchem, bloß an der Sonne gebranntem Material.

Auch die alten Kulturvölker in dem steinlosen Zweistromland (Mesopotamien) pflegten ihre Ziegel nur an der Luft zu trocknen, und wenn auch dieselben durch den beigegebenen Asphalt eine etwas größere Festigkeit erhielten (vgl. oben S. 210), so ist doch eben dieses Material wesentlich mit daran schuld, daß uns von den einst daraus errichteten Riesenstädten (Ninive, Babylon) mit ihren Prachtpalästen und Tempeln fast nichts als elende Schutthügel erhalten geblieben sind.

Im Mittelalter wurden — der Billigkeit wegen — auch in solchen Ländern, denen es an edelstem Baumaterial nicht mangelte, gar häufig selbst die herrlichsten Tempel aus „Backsteinen“ hergestellt, und dann jeweils nur die Außenwände mit Marmor verkleidet (Dome von Mittelitalien, z. B. Rom, Florenz, Siena ꝛc.). In Deutschland griff man dagegen zu diesem Material wohl nur, wo das wertvollere mangelte (Ulmer Münster, Münchner Dom, nordische Kirchengebäude, Rathäuser u. dgl. z. B. in Danzig, bei der Marienburg u. s. f.).

Neuerdings hat der Ziegelbau und darum auch die Backsteinfabrikation wieder einen unerhörten Aufschwung genommen, da das in Dampfziegeleien trefflich hergestellte Material auch für Monumentalbauten sich eignet, bei Herstellung gewöhnlicher Wohnungen aber schon durch seine Billigkeit und Trockenheit sich außerordentlich empfiehlt. Auch in Württemberg z. B. schießen jetzt derartige

Riesenziegeleien wie Pilze aus dem Boden (Filsthal, Waiblingen, Nürtingen 2c.).

Da überall dem gemeinen Lehm, der zu diesen Zwecken verarbeitet wird, ziemlich viel Eisenoxyd beigemengt ist, so brennen sich alle unsre Ziegel und Backsteine rot. Doch giebt es auch eisenfreie, feinere Thone, die schneeweiß aus dem Ofen kommen; dahin gehört z. B. der Pfeifenthon, der das Material zu den (kölnischen) Pfeifen bildet und in Deutschland (Rheingegend), Holland und England viel gewonnen und benützt wird.

Herrscht dagegen das Eisenoxyd vor und ist der Thon feiner und reiner, so bekommen wir den sogenannten

3. Bolus oder Bol

(griech. „die Scholle"), jene schon aus dem Altertum so hochberühmte Erde, die namentlich auch als Arzneimittel einst einen gewaltigen Ruf hatte und zum Teil noch heute von dem unwissenden und abergläubischen Volk zur Heilung von allerlei Schäden an Menschen und Vieh um teures Geld erstanden wird.

Lassen wir, um einen kleinen Einblick in die Denkweise eines früheren Zeitalters zu bekommen, einmal den am Ende des 16. Jahrhunderts als hochgelehrter Arzt gepriesenen Bauhin ein paar Worte darüber reden. In seinem heute noch höchst lesenswerten Buch über den damals entdeckten „Wunderbrunnen von Boll" schreibt er unter anderem, daß er bei einem Ausflug von Boll nach Kirchheim einem Wagen voll „Bolus" begegnet sei, den die Leute von der Alb (aus den dortigen Bohnerzspalten) geholt und nach Ulm, Augsburg und Regensburg zu liefern hatten. Er untersuchte diese „rote Erde" genau und läßt sich über ihre Heilkraft etwa folgendermaßen aus:

„Ich und der Apotheker Lutz haben terram sigillatam daraus gemacht, welche wir sonst sanguinem Herculis („Herkulesblut") nennen, und halten wir's dafür, daß es ebenso kräftig sei wie das mineralische Einhorn, axungia Solis" (das „Sonnenschmalz"; sic!).

Andreas Bertholdus von Oschatz meldet von dieser terra sigillata (und Bauhin schreibt's und glaubt's ihm kritiklos nach), daß es in der Natur billig mit größter Ehrerbietung zu rühmen sei. Denn „es hilfft erstlich gegen Gifft und Bulensüpplein oder

vergiffte Liebestränk (sic!), ja auch wider das allerstärkste und greulichste Gifft, so irgend auf einerlei Weise durch den Mund ist eingegeben worden, und treibt solches, vor dem Gifft (d. h. gegen das Gift) genommen, durch Erbrechen gewaltsam aus. Zum andern, so wiederstehet sie der wütenden und schrecklichen Pestilenz, ja die schon halb tot sein, die reißt sie mit wunderbarer Geschwindigkeit dem Tode wieder aus dem Rachen. Zum dritten ist sie mit gleicher Wirkung gut für alle Biß, Stich und Verletzung aller vergifften Tier und Würm. Zum vierten, so hat man bewährt und erfahren, daß sie große Gemeinschaft hat mit den Gliedern des menschlichen Leibs, also daß sie das Herz stärket, das Gehirn erfrischet, daher sie das Kopfweh lindert, das Magenweh vertreibt, das Herzklopfen stillet, die roten Augen heilet und für die Geschwulst der Gemächte gut ist, wie keine andere Arzeney. Zum fünften" . . . doch was sollen wir fortmachen mit ihm, bis er endlich an Punkt 13 angelangt ist?

Sieht man doch deutlich aus solchen Tiraden, welcher Schwindel und Unsinn noch bis in die neuere Zeit herein auch von den Männern der Wissenschaft ist geglaubt und geübt worden. Die terra sigillata galt in der That als Panacee für alle möglichen und unmöglichen Gebresten und — „probatum est": das Volk hat's geschluckt und teuer bezahlt, benützt's auch wohl noch heute, besonders als Arzneimittel fürs Vieh (gewisse Pferdekrankheiten).

Wird doch z. B. gegenwärtig der blutrote tertiäre Bohnerzletten, ein echter „B o l u s" in Stubersheim (O.A. Geislingen) aufs neue wieder gewonnen, und, so lange er noch bergfeucht und weich ist, zu bestimmten viereckigen Stücken geformt, auf die der Händler seinen Stempel drückt.

Das ist thatsächlich nichts anderes als die alte „t e r r a s i g i l l a t a" („S i e g e l e r d e") der Römer, aus welcher nicht bloß, wie oben erwähnt, die berühmten roten Thongefäße verfertigt, sondern die auch, mit Stempel oder „Siegel" versehen, im ganzen Weltreich als Heilmittel in den Handel gebracht wurde.

Die l e m n i s c h e (d. h. von der Insel Lemnos stammende) galt als die wirksamste und war demgemäß auch am teuersten. Sie eben führte den bedeutungsvollen Namen „S o n n e n s c h m a l z" (axungia Solis). Natürlich wollten auch andere Länder nicht

zurückbleiben und stellten anders gefärbte ähnliche Thone wohl noch höher.

So nannte man im Mittelalter eine bläulich graue, in Sachsen gegrabene Erde „Mondschmalz“ (axungia Lunae). Die weiße von der Insel Malta kam in Kugelform in die Apotheken und trug auf dem Stempel das Bild des Apostels Paulus. Dennoch klagte man schon damals über großartige Verfälschung dieser wertvollen Mittel.

In den württembergischen Apotheken mußte „siebenerlei Bolus, der im Munde wie Butter schmilzt“, geführt werden; der billigste war wohl der aus dem roten Keuperletten des Unterlandes geholte. Die Menschheit bleibt sich in diesem Stück ja wohl immer gleich: „mundus vult decipi“ („die Welt will betrogen sein“). Lassen wir ihr diese Freude, wenn wir auch für uns in der Stille hinzufügen: „o sancta simplicitas!“ („o heilige Einfalt!“).

Es hat keinen Sinn, die hieher gehörigen ähnlichen „Erden“ weiter aufzuzählen, die nur nach Fundort, Farbe und Benützung sich unterscheiden, schließlich aber alle mit einander zu den plastischen Thonen gehören, an denen ja die Welt natürlich sehr reich ist. Beispielsweise seien nur etwa noch erwähnt die im Altertum als Malerfarben hochberühmte sinopische Erde (von Sinope, Stadt am Südufer des Schwarzen Meers), deren herrliches Rot die Wandmalereien in Pompeji heute noch wiederstrahlen, die cyprische (auch Umbra genannt, von der Insel Cypern), welche braun färbte, sowie die Grünerde (aus zersetztem Chlorit entstanden), die bei Brentonico am Monte Baldo (Gardasee) noch heute gewonnen wird.

Hier mag auch der beste Platz sein, um einige Worte über die sogen. Terra rossa zu sagen. Der Name stammt aus dem Karst bei Triest, wo diese „rote Erde“, ein sehr stark eisenhaltiger Thon, hauptsächlich in den eigentümlichen Dolinen („Karsttrichtern“) oft in großer Menge abgelagert sich findet. Das Gebilde kommt übrigens in derselben Weise auch in Griechenland und da und dort in den Kalkalpen (z. B. an der „roten Erdspitze“ in der Nähe des Schlern) vor. Ebenso ist der rote Lehm hieher zu rechnen, der sich vielfach in den Klüften und Wetterlöchern oder auf dem Boden der Höhlen des schwäbisch-fränkischen Jura findet.

Zweifellos ist das Vorkommen dieses roten Thons an möglichst reine Kalklager marinen Ursprungs gebunden, und das wirft ein Licht auf seine Entstehung, die (nach Neumayr, Erdgeschichte, Band I, S. 405 ff.) dieselbe ist wie diejenige des heute noch sich bildenden roten Tiefseeschlamms auf dem Grund unserer Ozeane, nur daß jene aus längst vergangenen Erdperioden herrührt. Auch damals gab es vulkanische Ausbrüche, die feine Bimssteinasche in Verbindung mit eisenhaltigem Meteorstaub, der ebenfalls zu allen Zeiten gefallen sein wird, dem aus zersetzten Kalkschälchen hervorgegangenen Tiefseeschlamm zuführten. Wenn sich dann letzterer im Lauf der Zeit zu festem Kalk verdichtete, der Kalk aber wiederum nach und nach durch kohlensäurehaltige Wasser aufgelöst und weggeführt wurde, so mußte jener eisenhaltige Thon übrig bleiben, wie denn auch thatsächlich Versuche gezeigt haben, daß reine schneeweiße Meereskalke, die man in Essigsäure auflöst, eine kleine Menge solchen roten Thones als Rückstand ergeben.

Endlich stellen wir hieher die hauptsächlich in England vorkommende

4. Walkererde

(„Foullers earth“), die allerdings weit weniger plastisch ist als die meisten andern Thone, aber dafür mehr als diese die Eigenschaft hat, tierische Substanzen zu entfetten, eine Eigenschaft, die freilich in größerem oder geringerem Grad so ziemlich jedem Thon zukommt, da derselbe stets eine Anziehungskraft zum Fett besitzt. Die englische stammt aus den Thonen des dortigen mittleren Braunjura und wurde früher so hoch geschätzt, daß ihre Ausfuhr von staatswegen verboten war. Glaubte man doch, daß die Güte der englischen Tücher hauptsächlich daher rühre, daß die Walker dieselben mit dieser Erde behandelten. Übrigens werden auch in Württemberg gewisse ähnliche Thone aus dem braunen (Aalen) und weißen Jura (Heidenheim) zu dem gleichen Zwecke benützt, allerdings wohl nur, um die so viel teurere Seife zu sparen. Daß die echte Walkererde immer etwas magnesiahaltig sei und ihren letzten Ursprung in den Diabas- und Gabbrogesteinen habe, deren Zersetzungsprodukt sie darstellt, wurde oben schon angegeben.

Wir schließen diesen Abschnitt mit der Bemerkung, daß die

meisten plastischen Thone erst in jüngeren Formationen, d. h. in der mesozoischen und känozoischen Zeit auftreten, sowie daß sie vielfach eine ausgezeichnete Lagerstätte für Versteinerungen abgeben.

Diese tierischen Reste haben sich, vielfach in Schwefelkies umgewandelt, ganz besonders schön in diesen Schichten erhalten und schälen sich tadellos aus denselben heraus. Je nach den Haupteinschlüssen der verschiedenen Formationen redet man daher wohl auch von Amaltheen- (aus Lias δ mit dem „leitenden" Ammonites amaltheus Qu.), Ornaten- (aus Braunjura ζ mit Ammonites ornatus Schl.) — ꝛc., oder aber von Hilsthon (aus der Kreidezeit), Wälderthon (Zeit zwischen Jura und Kreide) ꝛc.

Werden die plastischen Thone durch Beimengung von Kalk „magerer", so heißen sie

γ) Mergel (lat. Marga, vielleicht verwandt mit dem deutschen Wort „Mark"?)

Plinius nennt ihn das „Fett der Erde", womit man in Gallien und Britannien die Äcker auf 80 Jahre hinaus dünge. Er unterscheidet schon einen weißen, roten, taubenfarbigen, sandigen, tuffigen u. s. w. und rühmt ihnen nach, daß sie stets „jenen eigenen, von der Sonne empfangenen (sic!) Duft aushauchen, mit dessen Lieblichkeit nichts verglichen werden könne."

Der alte Meister spielt damit auf den allbekannten eigentümlichen Thongeruch an, welchen derartige Gesteine schon beim Anhauchen zu verbreiten pflegen. Freilich gilt letzteres eigentlich nur von den Thonen, und zwar um so mehr, je „fetter" sie sind. Plinius macht aber zwischen „Thon" und „Mergel" offenbar nicht den Unterschied, wie wir heute ihn machen, indem wir stets darauf sehen, ob die betreffende Masse mehr „fett" oder „mager" ist. Letzteres rührt, wie gesagt, davon her, daß dem Thon eine größere Menge von Kalk sich beimengt.

Man vergleiche in dieser Beziehung z. B. den Numismalis- und Jurensis-Mergel (aus Lias γ mit der leitenden Terebratula numismalis Qu., und aus Lias ζ mit dem leitenden Ammonites jurensis Ziet.) mit dem Turneri-, dem Amaltheen- oder Ornaten-Thon (aus Lias β, Lias δ und Braun-Jura ζ).

Je nachdem die betreffende Kalkbeimengung größer oder geringer, und je nachdem die Masse mehr schüttig oder mehr schiefrig

sich zeigt, redet man dann wohl auch von Steinmergel, Mergelschiefer und Schiefermergel, Namen, die sich selbst erklären. Ein Gemisch von Thon und Kalk, bei dem beide Stoffe ziemlich gleich verteilt sind, kann man mit dem einen oder dem andern Namen bezeichnen; so die Schichten der Terebratula impressa Qu. (Weiß=Jura α), die man allerdings gewöhnlich Impressa„thon" heißt, aber ganz ebensogut auch als Impressa„mergel" verzollen könnte.

Den Schiefermergel, aus lauter losen, schüttigen Schuppen und Täfelchen bestehend, die an den Böschungen der betreffenden Schichten herabrieseln und im Keuper und Lias oft ganze Berge bilden, heißt man im schwäbischen Unterland wohl auch „Leberkies", so namentlich in der Stuttgarter Gegend, wo der Weingärtner mit diesem Material seine Weinberge zu beschütten pflegt. Anderwärts redet man von „Schieferletten", wie z. B. die Opalinus„thone" (Braun=Jura α) wohl am richtigsten genannt würden. In Thüringen jedoch ist dafür der einfache Name „Letten" im Gebrauch.

Gesellt sich endlich dem Thon neben Kalk auch noch Sand bei, so entstehen Gebilde, die man als

b) Lehm und Löß

bezeichnet und die fast ausschließlich den jüngsten Formationen der Erde (dem Diluvium und Alluvium) angehören. Dieselben sind nicht mehr plastisch und daher von den eigentlichen „Thonen" als solche zu trennen. Was zunächst den

1. Lehm

betrifft, so unterscheidet er sich vom Löß nur dadurch, daß er kalkfrei ist oder vielmehr wahrscheinlich erst geworden ist, indem der ursprünglich auch ihm beigemengte Kalkgehalt durch Wasser ausgelaugt wurde. So wird man also sagen können, daß der Lehm öfters erst aus Löß entstanden ist. Bildet sich doch derselbe (nach Zirkel) überall, „wo Verwitterungsprodukte thonerdehaltiger und eisenoxydreicher Gesteine vom Wasser ausgespült worden sind, oder wo aus sandigem Mergel das Kalkkarbonat durch kohlensäure=

haltige Wasser ausgelaugt wird". Daß er nachträglich dann allerlei Ortsveränderungen erleidet, liegt in der Natur der Sache.

Der in Deutschland so vielfach als Bodenbedeckung vorkommende und die Fruchtbarkeit fördernde Lehm dürfte größtenteils aus Löß entstanden sein. Der Lehm ist zugleich in der Regel das Erzeugnis von fließendem Wasser, das die feinsten Bestandteile, die es mitführt, anderwärts wieder eben als „Lehm" absetzt; insbesondere verdanken große Lehmbildungen den sogenannten Interglazialperioden („Zwischeneisperioden". d. h. Zeiträume, während denen die Gletscher wieder abgeschmolzen und zurückgegangen waren) der Eiszeit (Diluvium) ihren Ursprung.

Zu den feinsten Lehmsorten gehört der sogenannte Höhlenlehm, der durch Tropfen des Wassers von der Decke der Höhlen, d. h. von der Oberwelt herabgeführt und auf dem Boden oft in Meterdicke wieder abgesetzt worden ist und vielfach die bekannten Knochen der einstigen Höhlenbewohner (Mensch und Tier) in sich birgt.

Etwas ganz ähnliches ist es mit dem überaus feinen Lehm, mit dem man oft die Totensärge in den fränkisch-alemannischen (Reihen-) Gräbern, die sogenannten „Einbäume", ausgefüllt trifft. Auch er kann nur von außen durch die Poren des Holzes oder sonstige kleine Spalten mittelst Wasser eingeschwemmt sein. Der

2. Löß

dagegen ist kalkhaltiger Lehm und meist äolischen Ursprungs, d. h. vom Wind (Aeolus, der Gott der Winde) zusammengeweht. Mächtige Lößablagerungen befinden sich z. B. im Rheinthal, kommen aber so ziemlich an allen Flüssen als Absätze früherer, und zwar fast durchweg diluvialer Zeiten, oft hoch über dem heutigen Flußbett, vor.

Sie alle aber können an Großartigkeit keinen Vergleich aushalten mit den Lößgebilden in China, die mitunter eine Mächtigkeit von 800—1000 m erreichen und ohne Zweifel nichts anderes sind als Staubmassen, die aus den westlichen Hochländern im Lauf der Jahrtausende vom Wind zusammengeblasen und in den Thälern der großen chinesischen Ströme wieder abgesetzt wurden

(vgl. unsere Fig. 39), so daß man hier geradezu von einer Lößformation zu reden pflegt und auch alles Recht dazu hat. Diesen Lößmassen verdankt der dortige Boden wesentlich seine Fruchtbarkeit. Die Bewohner jener Gegenden aber haben ganze Dörfer in diese oft senkrecht abfallenden Erdmassen eingebaut, d. h. sie wohnen in Höhlen und Löchern, welche über einander wie die Nester der Uferschwalbe in die Erdwände gegraben sind.

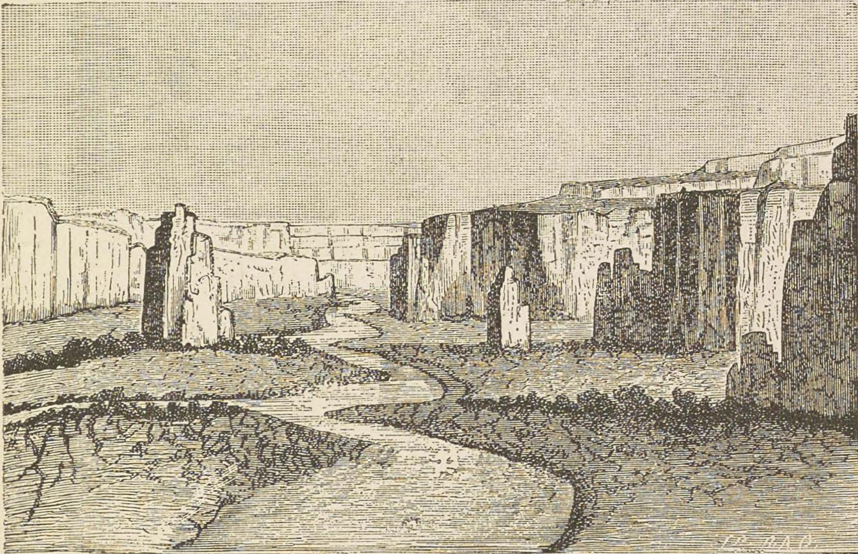


Fig. 39. Lößlandschaft (aus China).

Lehm und Löß ist die Mutterstätte nicht bloß der Knochen und Zähne der großen Diluvialtiere (Mammut, Rhinozeros) und der bekannten „Lößschnecken" (Pupa, Succinea und Helix), sondern insbesondere auch der früher schon erwähnten sogenannten „Lößmännchen" (Lößkinder), d. h. sandig-kalkiger Knauer und Konkretionen, die oft die seltsamsten Formen annehmen.

Je nachdem der Löß fremde Bestandteile, sei's mineralische, sei's organogene enthält, pflegt man ihm auch wohl besondere Namen zu geben. So redet man vielfach von Schneckenlöß (im Mund des schwäbischen Bauern „Schneckenhäuslesboden"), wenn die vorhin genannten Schnecken sich häufig darin finden, oder

von Sandlöß, wenn sandige Schichten mit den Lößschichten wechseln oder in dieselben (oft zungenartig) eingreifen. In diesem Fall und auch sonst manchmal scheint an der Entstehung dieser Gebilde durch Zusammenschwemmung, also auf wässrigem Weg, nicht zu zweifeln sein. Lößschichten, in denen sich Schnüre von „Lößkindern" oder „Lößmännchen" zeigen, könnte man darnach „Kindleslöß" heißen.

Nicht zu vergessen ist insbesondere, daß fast aller richtige Löß ein „Röhrchenlöß" ist, indem überall feine Kanäle die Masse durchziehen, deren Wände mit Kalkschaum bekleidet sind. Es rührt dies wohl meist von (Gras-) Wurzeln her, die später vertrockneten und kleine Hohlräume zurückließen, an deren Wänden dann sich jener Kalk absetzte. Dies ist jedenfalls deren Entstehungsursache bei denjenigen Lößen, die aeolischen Ursprungs sind. Wo es sich um Zusammenschwemmungen durch Wasser handelt, mag auch das Eindringen von Sickerwassern derartige „Röhrchen" erzeugt haben.

Wieder anders zeigen sich die beiden letzten Gebilde der „Thongesteine", die wir noch zu besprechen haben, es sind die

c) Schieferthone und Thonschiefer,

beides durchaus nicht dasselbe und darum wohl auseinander zu halten.

1. Der Schieferthon

ist ein mildes, ziemlich weiches, schiefriges Gestein, das aus verhärtetem Thon oder Schlamm, mit kleinen Quarzstäubchen und Glimmerblättchen vermengt, besteht. Schwefelkies kommt viel darin vor, auch ist die Farbe (durch Kohlenreste erzeugt) meist dunkel. Die Schieferthone kommen ja hauptsächlich in den Formationen vor, welche fossile Kohle führen. So werden z. B. fast alle Steinkohlen- und Braunkohlenflöze von diesen Thonmassen eingehüllt, in denen sich dann auch die betreffenden Pflanzenreste am schönsten und deutlichsten erhalten haben. Sie wechsellagern mit Sandsteinen, Kalksteinen, Mergeln und Kohlenschichten und spielen im Karbon, Jura, Wealden und Tertiär eine große Rolle.

Werden sie rot oder bunt, wie im Keuper und Buntsandstein, so nennt man sie Schieferletten, wie wir dies oben schon be-

schrieben haben; mit Bitumen durchtränkte Schieferthone dagegen heißen „Brandschiefer“. So geht auch hier ein Gebilde meist unmerklich ins andere über, und es ist oft schwer, jeweils für die betreffende Masse den richtigen Namen zu finden.

Viel leichter gelingt dies beim

2. Thonschiefer,

der wieder etwas besonderes ist und sozusagen eine Gruppe für sich bildet. Es ist der „Schiefer“ schlechthin und im besten Sinne des Worts, ein ausgezeichnet schiefriges, hartes Thongestein von mattem Bruch und dunkler Farbe (grau oder schwarz), die gleichfalls von geringer Beimengung kohliger Bestandteile herrührt. Manchmal tritt Eisenoxyd hinzu, dann entstehen gelbe, grüne und rötliche Farben, letztere namentlich gegen oben in den eisenreicheren, devonischen Schichten, wie man an dem Dachschiefer sieht, dessen Material bald dunkelgrau, bald rötlich ist.

Der Thonschiefer bildet staunenerregende Massen hauptsächlich in den paläozoischen Formationen (Silur und Devon, welch letzterem z. B. das rheinische Schiefergebirge angehört), geht aber auch unmerklich in den Thonglimmerschiefer (Urthonschiefer) der archäischen Formation über. Freilich ist der letztere ausgesprochen kristallinisch und gehört eben deshalb noch zu den kristallinen Schiefern, die wir früher besprochen haben; indes auch gewisse Lager des echten Thonschiefers zeigen, wenigstens unter dem Mikroskop, kristallinische und selbst kristallisierte Gemengteile, namentlich in den älteren (silurischen) Schichten.

Wo ist also da eine Grenze zu ziehen? Auch hier heißt's: die Natur macht nirgends einen Sprung. Und dasselbe gilt, wenn wir umgekehrt vom Thonschiefer der paläozoischen Gruppe aus einen Blick werfen auf die Schieferthone und Thone der jüngeren Formationen. Glimmerschiefer, Thonglimmerschiefer, Thonschiefer, Schieferthon und Thon gewöhnlicher Art bilden eine fortlaufende Kette, deren Glieder durch alle möglichen Übergänge sich verbinden und vielfach wohl nur infolge des Alters oder der Druckverhältnisse verschiedene Form angenommen haben. Ist es doch z. B. gar nicht unwahrscheinlich, daß gewöhnlicher Thon unter starkem Druck

und bei hoher Temperatur in echten Thonschiefer und wohl gar Urthonschiefer sich verwandelt (man denke z. B. an die tertiären „Glarner Schiefer" vom Sernfthal bei Glarus). Ja man hat Beispiele, wornach sogar schon echte kristalline Schiefergesteine, wie Glimmerschiefer und Gneis, infolge von Druck aus gewöhnlichem Thonschiefer entstanden sein müssen (vgl. S. 272 ff.).

Die typischen Thonschiefer aus dem Silur und Devon, auch noch diejenigen aus der Steinkohlenformation wechsellagern mit Kieselschiefern, Grauwacken, Kalksteinen und Sandsteinen und zeigen vielfach eine sogenannte falsche oder transversale Schieferung, d. h. die letztere fällt nicht immer mit der Schichtung zusammen, sondern durchsetzt die Gesteinsmasse ganz unabhängig von dieser.

Benützt wird der Thonschiefer gar vielfach für den menschlichen Haushalt, und sein Vorkommen hat in gewissen Ländern (Thüringen) ganz eigentümliche Industriezweige zur Blüte gebracht (Griffel und Schiefertafeln). Ja, man hat geradezu mit Beziehung auf ihre technische Anwendung eine Anzahl solcher Thonschiefer-Varietäten mit besonderen Namen bezeichnet. Wir unterscheiden als die wichtigsten derselben etwa folgende:

α) Dach- und Tafelschiefer, erstere von grauer, letztere von schwarzer Farbe. Es sind die reinsten Sorten des Thonschiefers, die sich leicht in dünne Tafeln spalten lassen. Berühmt hiefür sind seit alters St. Goar am Rhein und Goslar am Harz, woher der meiste Dachschiefer kommt, vor allem aber Lehesten im Thüringer Wald, das neben Dachplatten auch die Schiefertafeln liefert und die Schulen ganz Deutschlands damit versorgt. Etwas ähnliches ist es mit Sonneberg in Thüringen, das die Griffel dazu liefert. Dort nämlich findet sich der sogenannte

β) Griffelschiefer, der lediglich infolge des Zusammentretens von gewöhnlicher und falscher Schieferung sich in solche Stengel spalten läßt, im übrigen aber nichts anderes ist als ein recht feiner Thonschiefer. Wieder verschieden davon zeigt sich der

γ) Zeichenschiefer, der durch größere Mengen von Kohle, die ihm beigemengt sind, ein weiches, mildes, feinerdiges Wesen angenommen hat, das ihn bei seiner fast schwarzen Farbe zum Zeichnen geeignet macht. Auch er hat in Thüringen einen Industrie-

zweig hervorgerufen, der namentlich in Haselbach schwunghaft betrieben wird. Endlich nennen wir den

δ) Wetzschiefer, eine hellfarbige (gelblich, grünlich, weißlich), sehr kieselreiche Masse, so daß wir darin den Übergang zum echten Kieselschiefer haben. Er findet sich hauptsächlich in den Ardennen und wird dort vielfach zu Wetzsteinen verarbeitet und weithin in den Handel gebracht, von denen erstere ihrer Bildung nach der mesozoischen, letztere, wie vorhin (S. 334) erwähnt, der känozoischen Zeit angehören.

Die Bildung von (Thon-)Schiefergesteinen geht übrigens durch sämtliche Formationen hindurch; man denke z. B. nur an die jurassischen Posidonien- (Lias ε) oder die vorhin genannten tertiären Glarner Schiefer ꝛc.

Wir sind damit am Schluß unserer Arbeit angelangt und glauben die Hoffnung aussprechen zu können, daß jeder, der das Büchlein mit Nachdenken durchlesen und auch nur die Hälfte der darin aufgeführten Gesteine sich gemerkt, d. h. nicht bloß deren Namen im Gedächtnis behalten, sondern ihre ganze Entstehungs- und Bildungsweise sich zum geistigen Eigentum gemacht hat, auch wenn er von Haus aus völliger Laie ist, es zu einem genügenden Einblick sollte gebracht haben in die wichtigsten Gesteinsarten, aus welchen unsere Erdoberfläche sich zusammensetzt.

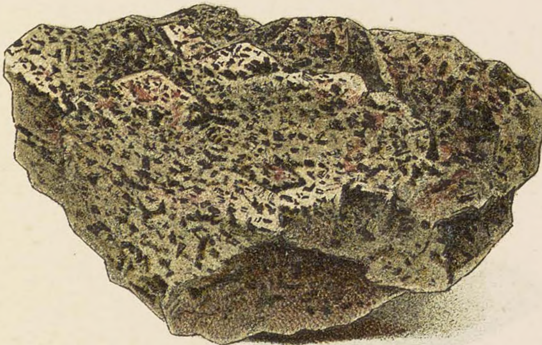
Tafel VI.



1.



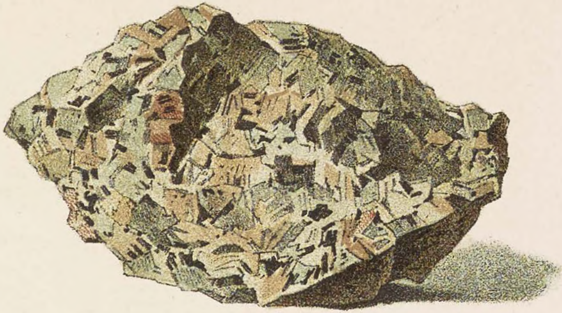
2.



3.

1. **Glimmerschiefer.** — 2. **Mandelstein.** — 3. **Syenit.**

Tafel VII.



1.



2.



3.

1. **Granit von Baveno.** — 2. **Kalkbreccie.** — 3. **Granit von Passau.**

Tafel VIII.



1. 2.

1. **Trachytfladen.** — 2. **Granulit** (gefaltet).

Tafel IX.



1.



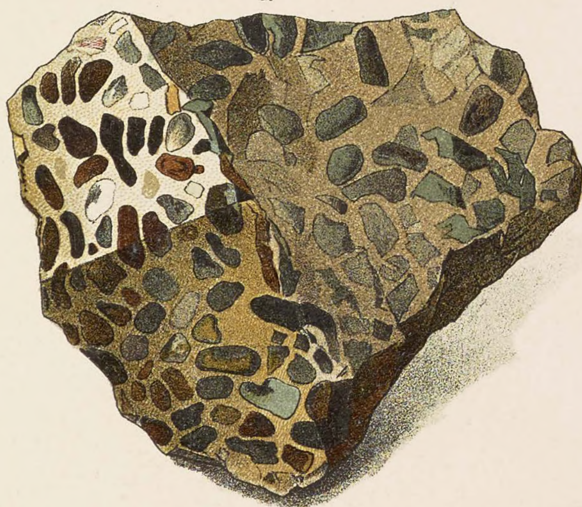
2.

1. **Oolit** (Eisenrogenstein). — 2. **Lavabombe.**

Tafel X.



1.



2.



3.

1. **Korallenkalk.** — 2. **Puddingstein.** — 3. **Solnhofer Schiefer** (mit Dendriten).

Erklärung der farbigen Tafeln.

Tafel I.

Fig. 1. **Grobkörniger Granit**, von Herrenalb (Schwarzwald); Original in der Sammlung des Pfarrers Dr. Engel in Eislingen. S. 229.

Fig. 2. **Gneis**, aus dem Furtschagelkees (Zillerthalalpen); Original in der Sammlung des Pfarrers Dr. Engel in Eislingen. S. 271 u. 273.

Tafel II.

Fig. 1. **Gneis**, aus dem badischen Schwarzwald; Original in der Sammlung des Pfarrers Dr. Engel in Eislingen. S. 273.

Fig. 2. **Aktinolit**, d. h. strahlige Hornblende (Strahlstein) im Glimmerschiefer, von der Südseite des St. Gotthardt (oberhalb Airolo); Original im K. Naturalienkabinett zu Stuttgart. S. 277.

Tafel III.

Fig 1. **Verrucano**, aus dem Erraticum Oberschwabens; Original im K. Naturalienkabinett zu Stuttgart. S. 309.

Fig 2. **Porphyr** (Granitporphyr), aus dem bad. Schwarzwald; Original in der Sammlung des Pfarrers Dr. Engel in Eislingen. S. 243.

Tafel IV.

Fig. 1. **Phonolit** mit auffitzendem (gelbstrahligem) Natrolit vom Hohentwiel; Original in der Sammlung des Pfarrers Dr. Engel in Eislingen. S. 249.

Fig. 2. **Basalt** (Melilitbasalt) mit (in Klüften abgelagertem, weißen) Zeolit, vom Jusiberg bei Metzingen (Württemberg); Original in der Sammlung des Pfarrers Dr. Engel in Eislingen. S. 260.

Tafel V.

Fig. 1. **Serpentin**, von Zöblitz bei Teplitz (Böhmen); Original im K. Naturalienkabinett zu Stuttgart. S. 279.

Fig. 2. **Gabbro**, mit Diallag, erratisch von Oberschwaben; Original im K. Naturalienkabinett zu Stuttgart. S. 234.

Tafel VI.

Fig. 1. **Glimmerschiefer**, aus den (österreichischen) Alpen; Original im K. Naturalienkabinett zu Stuttgart. S. 276.

Fig. 2. **Melaphyr-Mandelstein**, von Finkenhübel bei Glatz (Schlesien); Original im K. Naturalienkabinett zu Stuttgart. S. 96 u. 258.

Fig. 3. **Syenit**, vom Plauen'schen Grunde (Sachsen); Original im K. Naturalienkabinett zu Stuttgart. S. 231.

Tafel VII.

Fig. 1. **(Grobkörniger) Granit**, von Baveno am Lago Maggiore; Original in der Sammlung des Pfarrers Dr. Engel in Eislingen. S. 228.

Fig. 2. **Kalkbreccie**, mit Gletscherschliffen, aus einem erratischen Geschiebe der Schweiz (Kanton Waadt); Original in der Sammlung des Pfarrers Dr. Engel in Eislingen. S. 312.

Fig. 3. **(Feinkörniger) Granit**, von Passau (Wiener Pflasterstein); das Stück zeigt, wie zwei Granitgänge (von verschiedener Farbe) einander durchsetzt haben. Original in der Sammlung des Pfarrers Dr. Engel in Eislingen. S. 229.

Tafel VIII.

Fig. 1. **Trachytfladen**, vom Heerhof (bei Bopfingen) im Ries; Original im K. Naturalienkabinett zu Stuttgart. S. 247 u. 292.

Fig. 2. **Granulit (Weißstein)**, von Kuhschnappel bei Chemnitz (sächsisches Granulit- und Mittelgebirge); Original im K. Naturalienkabinett zu Stuttgart. Das Stück zeigt zugleich sehr schöne Schichtenfaltung. S. 275.

Tafel IX.

Fig. 1. **Oolit (Eisenrogenstein)**, aus dem oberen Braunjura Württembergs (Bifurcatenoolit vom Stuifen, Braun-Jura ε), die einzelnen Körnchen zeigend; Original in der Sammlung des Pfarrers Dr. Engel in Eislingen. S. 176.

Fig. 2. **Lava** (eine **Lavabombe**) aus dem längst erloschenen Krater der Papenkaul bei Gerolstein in der Eifel; Original im K. Naturalienkabinett zu Stuttgart. S. 292.

Tafel X.

Fig. 1. **Korallenkalk** (Coralrag) d. h. ein aus lauter Versteinerungen (Korallen, Muscheln, Seeigeln ꝛc.) zusammengesetztes Stück Weißjurakalks, als Beispiel eines „zoogenen" Gesteins; Original im K. Naturalienkabinett zu Stuttgart. S. 30 u. 122.

Fig. 2. **Puddingstein** (Puddingstone) d. h. ein Kieselkonglomerat von Herfordshire in England. Original im K. Naturalienkabinett zu Stuttgart. S. 311.

Fig. 3. **Mangandendriten**, (gelbe und schwarze) auf Kluftflächen des Solnhofer Schiefers angeschossen (Oberster Weißjura von Solnhofen in Bayern); Original im K. Naturalienkabinett zu Stuttgart. S. 102.



Register.

A.

B.

L.

M.

N.

O.

P.

Q.

== Verlag von Otto Maier in Ravensburg. ==

Der Wald.

Charakterbilder aus der heimischen Tier- und Pflanzenwelt.

Für Freunde der Natur,
sowie für die reifere Jugend zum Gebrauch in Haus und Schule
dargestellt von

Ed. Feldtmann.

Gr. 8°. 340 Seiten. Reich illustriert.
Preis brosch. M. 4.80. Geb. in eleg. Geschenkeinband M. 5.50.
Auch in 8 Lieferungen à 60 Pfg. zu beziehen.



Dieses anerkannt vortreffliche Buch hat den Zweck, bei jung und alt die Liebe zur Natur zu erwecken, sie zu pflegen und zu vertiefen. Es will den Naturfreund mit den Geheimnissen und Wundern des Waldes, mit seinem Leben und Weben vertraut machen und als kundiger Führer in Wort und Bild den Weg zur Erkenntnis der heimischen Natur weisen, und zwar in packenden, lebendigen Darstellungen, in fesselnden Charakterbildern.

„Der Wald", ist ein Buch, das nicht blos für die Schüler ganz hervorragend geeignet ist, sondern auch dem Lehrer ein wesentliches Hilfsmittel ist zu einem lebendigen und begeisternden Naturunterricht."
Zwickauer Neueste Nachrichten.

„Das Buch, das trotz seiner unterhaltenden Tendenz durch und durch wissenschaftlich ist, entspricht den methodischen Forderungen unserer Zeit."
Vom Fels zum Meer.

Ausführl. illustr. Prospekte gratis u. franko. Probehefte zur Ansicht.

Herbarium.



Herausgegeben von

Dr. K. G. Lutz.

Es existieren drei Ausgaben im Format $42\frac{1}{2} \times 27\frac{1}{2}$ cm.

Kleine Ausgabe (für Kinder) Preis M. 2.50,
Mittlere Ausgabe (sog. Schulausg.) Pr. M. 5.—,
Große Ausgabe (für größere Sammlungen) Preis M. 8.—.

Das **Herbarium** von **Dr. K. G. Lutz** zeichnet sich durch **systematische Einteilung** und **praktische Einrichtung**, wie durch **splendide** und **gediegene Ausstattung**, insbesondere auch durch genügend **großes Format** aus und kann daher zur Anlage schöner und zweckmäßiger musterhafter Sammlungen vor allen vorhandenen Herbarien bestens empfohlen werden.

„Dr. Lutz, der bekannte Fachmann auf dem Gebiete der Naturwissenschaft, hat das Herbarium so praktisch angelegt, wie es nur einer vermag, der schon lange mit Pflanzensammeln umgeht."
Pädagog. Monatshefte.

== Verlag von Otto Maier in Ravensburg. ==

